المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص

قوى كهربائية

آلات ومعدات كهربائية



تقنية التحكم المبرمج

٢٠٥ كهر

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **تقنية التحكم المبرمج**" لمتدربي تخصص " **قوى كهربائية - آلات ومعدات كهربائية** " في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

نتيجة للتقدم العلمي والتقني الهائل وزيادة التعقيد في العمليات الصناعية المختلفة ظهرت الحاجة الماسة إلى تطور مماثل لأساليب التحكم في العمليات الصناعية ووسائل تنفيذها. ومن أهم الأساليب الحديثة التحكم الآلي في العمليات الصناعية الذي يحتل مكانة متميزة في التطبيقات الصناعية وذلك لما يتميز به من مميزات عديدة مثل السرعة والدقة في الأداء والسيطرة على أكثر من عملية في نفس الوقت، مما أدي إلى زيادة الإنتاج وجودة المنتجات، ومن الوسائل المهمة لتنفيذ عمليات التحكم الآلي في التطبيقات الصناعية المختلفة استخدام الحاكم المنطقي المبرمج Programmable Logic Controller (PLC).

بدأ استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة عام ١٩٦٩ ومنذ ذلك الوقت نال شهرة واسعة في مجال التحكم في العمليات الصناعية والآلات الكهربائية، ثم بدأ استخدام الميكروبروسسور في صناعة أجهزة التحكم المنطقي المبرمج حيث لعب دور العقل بالنسبة للجهاز، ومع التقدم في صناعة الدوائر الإلكترونية وعناصرها زادت إمكانية أجهزة التحكم المنطقي المبرمج من ذاكرة ووسائل اتصال وطرق برمجة واكتشاف الأخطاء ..... إلخ مما أدى إلى إنتاج أجهزة أرخص ثمناً وذات إمكانيات أكبر مما ساعد على استخدامها في تنفيذ عمليات التحكم المعقدة. وسوف نتناول في هذه الحقيبة موضوع التحكم المنطقي المبرمج وبعض التطبيقات التي يستخدم فيها.

تتكون هذه الحقيبة من سبعة وحدات تدريبية حيث تعرض الوحدة التدريبية الأولى النظم المختلفة للأعداد وذلك لأهمية تلك النظم في فهم كيفية تنفيذ العمليات الحسابية والمنطقية داخل جهاز الحاكم المنطقي المبرمج، وتتناول الوحدة الثانية الدوائر المنطقية المختلفة وكيفية استخدامها لتنفيذ المعادلات المنطقية كما تتناول كيفية تحويل عمليات التحكم المختلفة إلى معادلات ودوائر منطقية. ونستعرض مكونات الحاكم المنطقي المبرمج ومميزات استخدامه في الصناعة بالإضافة إلى عرض بعض دوائر التحكم التقليدية في الوحدة الثالثة. وفي الوحدة التدريبية الرابعة نقدم الطرق المختلفة لبرمجة جهاز الحاكم المنطقي المبرمج، ثم نتناول الدوال الأساسية مثل المزمنات والعدادت ... إلخ وكيفية استخدامها في تنفيذ عمليات التحكم المختلفة في الوحدة الخامسة، أما في الوحدة السادسة فنعرض بعض التطبيقات العملية مثل تشغيل المحركات والتحكم فيها بطرق مختلفة وكيفية تنفيذ ذلك باستخدام الحاكم المنطقي المبرمج ، وأخيرا في الوحدة السابعة يتم التعرف على كيفية فحص دوائر التشغيل والتحكم وتحديد الأعطال وإصلاحها.

والله ولي التوفيق

تقنية التحكم المبرمج

نظم الأعداد

نظم الأعداد

١

الجدارة: التعرف على النظم المختلفة للأعداد

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

١. التمييز بين النظم المختلفة للأعداد
٢. التحويل من نظام إلى آخر
٣. إجراء العمليات الحسابية البسيطة باستخدام نظم الأعداد المختلفة

الوقت المتوقع: ٢ ساعة

متطلبات الجدارة: دوائر كهربائية - ٢

الوحدة الأولى : نظم الأعداد

رغم أن معظم عمليات ووظائف جهاز التحكم المبرمج يمكنها التعامل مع النظام العشري Decimal System إلا أن بعض العمليات ووظائف جهاز التحكم المبرمج تستخدم نظم ترقيم أخرى. وفي هذه الوحدة سوف يتم شرح النظام العشري والنظام الثنائي والنظام السادس عشر وكيفية التحويل من نظام إلى آخر .

النظام العشري Decimal System

يعتبر النظام العشري هو نظام الأعداد المتداول استعمالها ويستخدم النظام العشري الأرقام من صفر إلى 9، والعدد العشري قد يتكون من رقم واحد (خانة واحدة) أو عدة أرقام (خانات) ووزن الخانة من اليمين إلى اليسار هو 1 ، 10، 100 ، 1000 وتسمى الخانة الأولى خانة الآحاد ومعاملها (10^0) والخانة الثانية خانة العشرات ومعاملها (10^1) والخانة الثالثة خانة المئات ومعاملها (10^2) والخانة الرابعة خانة الألوف ومعاملها (10^3) أي أن أساس النظام العشري هو عشرة وتسمى تلك المعاملات بأوزان النظام.

وأوزان هذا النظام يمكن التعبير عنها كما يلي (10^0 ، 10^1 ، 10^2 ، 10^3 ، ...) أي أنه عند تحليل الأعداد العشرية طبقاً لقيم مواضعه فإنه يتضح أن قيمة كل موضع يعتمد على أساس النظام وطبقاً للأس المرفوع إليه فمثلاً :

مثال 1-1 : حلل العدد العشري 452 طبقاً لقيم مواضعه ؟

الحل

$$452)_{10} = 2 \text{ x } (10)^0 + 5 \text{ x } (10)^1 + 4 \text{ x } (10)^2$$
$$= 2 \text{ x } 1 + 5 \text{ x } 10 + 4 \text{ x } 100$$
$$= 2 + 50 + 400$$

مثال 1-2 : حلل العدد العشري 12389 طبقاً لقيم مواضعه ؟

الحل

$$12389)_{10} = 9 \text{ x } (10)^0 + 8 \text{ x } (10)^1 + 3 \text{ x } (10)^2 + 2 \text{ x } (10)^3 + 1 \text{ x } (10)^4$$
$$= 9 \text{ x } 1 + 8 \text{ x } 10 + 3 \text{ x } 100 + 2 \text{ x } 1000 + 1 \text{ x } 10000$$
$$= 9 + 80 + 300 + 2000 + 10000$$

النظام الثنائي Binary System

يمكن أن يعرف النظام الثنائي (بنفس الأسلوب المذكور في النظام العشري) بأنه النظام الذي أساس العد فيه هو 2 وهذا النظام يتكون من الرقمين صفر وواحد (1 ,0) وعلى ذلك تكون أوزان هذا النظام هي ($2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4$,............) وهكذا. ومن أمثلة الأعداد الثنائية:

$10111011)_2$, $11111000001)_2$ $101010100)_2$

ويلاحظ أن العدد الثنائي أساسه الرقم 2 للدلالة على أن نظام العد هو الثنائي، ويمكن أن يحلل أي رقم ثنائي طبقاً لقيم مثل الأرقام العشرية غير أن الأساس في هذه الحالة هو الرقم 2.، أي أن الرقم $_2(101$ يمكن تحليليه كما يلي:

$$101)2 = 1x2^0 + 0x2^1 + 1x2^2 \quad (1-1)$$

والنظام الثنائي هو أساس التعامل مع أي نظام رقمي Digital System وكل أجهزة التحكم المبرمج يتم انتقال البيانات داخل وحدة التحكم المركزية باستخدام النظام الثنائي وحيث أن البيانات الخارجية قد تكون ممثلة بالنظام العشري، لذا فإنه لابد من معرفة كيفية تحويل الأعداد من النظام العشري إلى النظام الثنائي والعكس.

تحويل الأعداد الثنائية إلى أعداد عشرية

لقد أوضحت المعادلة (1-1) كيفية تحليل العدد الثنائي إلى مجموع قيم الخانات التي يتكون منها، ويمكن استخدام هذه المعادلة بسهولة للحصول على القيمة العشرية المقابلة لأي عدد ثنائي ويتم ذلك بأن تحسب القيمة العشرية لكل خانة من خانات العدد الثنائي ثم تجمع هذه القيم . فعلى سبيل المثال يمكن إيجاد القيمة العشرية المقابلة للعدد الثنائي $_2(1001)$ كما يلي :

$$\mathbf{1001)_2} = 1x2^0 + 0x2^1 + 0x2^2 + 1x2^3$$
$$=1 + 0 + 0 + 8 = \mathbf{9}$$

مثال 3-1 : ما القيمة العشرية المقابلة للعدد الثنائي $_2(10101010$ ؟

الحل

$$\mathbf{10101010)_2} = 1x2^0 + 0x2^1 + 1x2^2 + 0x2^3 + 1x2^4 + 0x2^5 + 1x2^6 + 0x2^7$$
$$=1 + 0 + 4 + 0 + 16 + 0 + 128 + 0= \mathbf{170}$$

تحويل الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية :

يمكن تحويل الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية بإجراء عمليات تقسيم متتالية على الأساس 2 بحيث يكون العدد الناتج مؤلفاً من باقي عمليات القسمة وتقف سلسلة عمليات التقسيم عندما لا يبقى ناتج أي عندما يكون الناتج صفراً.

مثال 1-4 : حول العدد العشري 27 إلى النظام الثنائي :

الحل

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	1	13	27 ÷ 2
	1	6	13 ÷ 2
	0	3	6 ÷ 2
	1	1	3 ÷ 2
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	1	0	1 ÷ 2

$27 = 11011)_2$

مثال 1-5 : حول العدد العشري 66 إلى النظام الثنائي ؟

الحل

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	0	33	66 ÷ 2
	1	16	33 ÷ 2
	0	8	16 ÷ 2
	0	4	8 ÷ 2
	0	2	4 ÷ 2
	0	1	2 ÷ 2
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	1	0	1 ÷ 2

$66 = 1000010)_2$

النظام السداسي عشر Hexadecimal System :

مع أن النظام الثنائي هو النظام الأساسي عند التعامل مع أنظمة التحكم الرقمية إلا أن هناك نظام يطلق عليه النظام السداسي عشر حيث يستخدم هذا النظام لتسهيل عملية البرمجة وتسهيل عمل المبرمجين وهذا النظام يرتبط بالنظامين العشري والثنائي .

ويتكون النظام السداسي عشر من ستة عشر رمزاً لتمثيل أرقام هذا النظام حيث يستخدم الأرقام العشرة المستخدمة في نظام العد العشري (من صفر إلى 9) بالإضافة إلى الأحرف الأبجدية الستة الأولى (من A إلى F)، ويكون أساس هذا النظام 16.

ويمكن تكوين جدول "1-1" لربط الأعداد العشرية بمكافئها من الأعداد الثنائية والأعداد بالنظام السداسي عشر كما يلي:

العدد بالنظام السداسي عشر	العدد بالنظام الثنائي	العدد بالنظام العشري
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

الجدول (1-1)

العلاقة بين نظم الأعداد

ويلاحظ من الجدول (1-1) أن كل خانة من الأعداد في النظام السداسي عشر يقابلها أربع خانات في النظام الثنائي، وهذه العلاقة مهمة جداً عند تحويل الأعداد من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر أو العكس، ولذلك يتم الاستفادة من جدول العلاقة بين نظم الأعداد عند التحويل من نظام إلى آخر.

التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر :

لتحويل العدد الثنائي إلى نظام السداسي عشر نتبع الخطوات التالية :

يتم تقسيم العدد الثنائي بدءاً من اليمين إلى مجموعات في كل مجموعة أربعة أرقام ثنائية .

يتم إيجاد العدد السداسي عشر المكافئ لكل مجموعة بالاستعانة بالجدول (1-1) الذي يربط النظام الثنائي بالنظام السداسي عشر .

يتم تكوين العدد السادس عشر من نتيجة تحويل هذه المجموعات .

مثال 1-6 : حول العدد الثنائي 10100100 إلى ما يكافئه في النظام السداسي عشر؟

الحل

1- يتم تقسيم العدد الثنائي إلى مجموعات رباعية ثم نتعامل مع كل مجموعة على حده كالآتي :

$$10100100 \Rightarrow 1010 \qquad \& \quad 0100$$

2- بالاستعانة بالجدول (1) الذي يبين العلاقة بين نظم الأعداد، يمكن إيجاد ما يكافئ كل مجموعة بالنظام السداسي عشر

$$0100 \Rightarrow 4)_{16} \qquad 1010 \Rightarrow A)_{16}$$

$$10100100 \qquad \Rightarrow \quad A \;\; 4\;)_{16}$$

مثال 1-7 : حول العدد الثنائي 1111001111 إلى مايكافئه بالسداسي عشر

الحل

1- يتم تقسيم العدد الثنائي إلى مجموعات رباعية ثم نتعامل مع كل مجموعة على حده كالآتي :

$$1111001111 \Rightarrow 0011, \quad 1100 \& \quad 1111$$

2- بالاستعانة بالجدول (1-1) الذي يبين العلاقة بين نظم الأعداد، يمكن إيجاد ما يكافئ كل مجموعة بالنظام السداسي عشر

$001 \Rightarrow 3)_{16}$ $\quad 1100 \Rightarrow C)_{16}$ $\quad 1111 \Rightarrow F)_{16}$

$$1111001111)_2 \Rightarrow 3CF)_{16}$$

التحويل من النظام العشري إلى النظام السداسي عشر :

يتم قسمة العدد العشري المراد تحويله إلى النظام السداسي عشر على الأساس 16 قسمه متتالية حتى الحصول على النتيجة النهائية للقسمة تساوي صفراً والباقي في كل خطوة من خطوات عملية القسمة يمثل القيمة السداسية عشر المقابلة للعدد العشري المراد تحويله .

مثال 8-1 : حول العدد العشري 192 إلى ما يكافئه في النظام السداسي عشر؟

الحل :

العملية	الناتج	الباقي	
$192 \div 16$	12	0	الخانة ذات أقل قيمة L. S. B
$12 \div 16$	0	12=C	الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B

$192 = C0)_{16}$

مثال 9-1 : حول العدد العشري 23456 إلى ما يكافئه في النظام السداسي عشر ؟

الحل :

العملية	الناتج	الباقي	
$23456 \div 16$	1466	0	الخانة ذات أقل قيمة L. S. B
$1466 \div 16$	91	10=A	
$91 \div 16$	5	11=B	
$5 \div 16$	0	5	الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B

$23456 = 5BA0)_{16}$

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

أ. ما الأساس للنظام الثنائي؟ وما الأعداد الأساسية في هذا النظام؟

ب. ما الأساس للنظام السداسي عشر؟ وما الأعداد الأساسية في هذا النظام؟

السؤال الثاني:

أ. حول الأعداد الثنائية الآتية إلى النظام العشري ؟

i) 10110011 ii) 11000011 iii) 100111000111

ب. حول الأعداد الثنائية السابقة إلى النظام السداسي عشر ؟

السؤال الثالث:

أ. حول الأعداد العشرية الآتية إلى النظام الثنائي ؟

i) 350 ii) 1024 iii) 5256

ب. حول الأعداد العشرية السابقة إلى النظام السداسي عشر ؟

السؤال الرابع:

أ. حول الأعداد السداسي عشر الآتية إلى النظام الثنائي ؟

i) 3A50 ii) 1B24 iii) 52F6

ب. حول الأعداد السداسي عشر السابقة إلى النظام العشري ؟

تقنية التحكم المبرمج

الدوائر المنطقية

Logic Circuits

الدوائر المنطقية

٢

الجدارة: التعرف على الدوائر المنطقية وكيفية استخدامها لتمثيل بعض دوائر التحكم

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

١. استنتاج جدول الحقيقة للدوائر المنطقية
٢. كتابة المعادلات المنطقية
٣. تمثيل دوائر التحكم باستخدام المعادلات والدوائر المنطقية

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة: الدوائر الكهربائية - ٢

الوحدة الثانية : الدوائر المنطقية Logic Circuits

يتكون جهاز التحكم المبرمج من مجموعة كبيرة من الدوائر الكهربائية الإلكترونية موصلة مع بعضها البعض في مجموعات تسمى الدوائر المنطقية أو البوابات المنطقية وهي التي تقوم بعمليات تخزين ونقل ومسح المعلومات داخل جهاز التحكم المبرمج .

وتقوم أيضاً هذه الدوائر بجميع العمليات الحسابية من جمع وضرب وطرح وقسمه وجميع العمليات المنطقية مثل المقارنات والتساوي وعدم التساوي .

وعناصر الدوائر المنطقية لها حالة واحدة من حالتي التشغيل فإما أن تكون حالة التشغيل ON وفيها تسمح بمرور المعلومة وتسمى هذه الحالة بالحالة الحقيقية ويعطى لها الرمز المنطقي "1" . أو تكون حالة عدم التشغيل OFF وفيها تكون الدائرة مفتوحة أي لا تسمح بمرور المعلومة وتسمى هذه الحالة بالحالة غير الحقيقية ويعطى لها الرمز المنطقي "0"

أي أنه يمكن اعتبار بوابة المنطق عبارة عن دائرة كهربائية لها أكثر من دخل INPUT وخرج واحد OUTPUT والدخل والخرج لهما قيمتان فقط وهما صفر أو واحد (0,1)

وحيث أن الدخل يأخذ إحدى القيمتين "0" أو "1" فقط فإن الاحتمالات التي يمكن أن يكون عليها الدخل تكون 2^n حالة حيث n هي عدد الدخل. فإذا كان عدد الدخل اثنان فقط AوB فإن عدد الاحتمالات يكون $2^2 = 4$ ويمكن كتابتها في جدول كالتالي

A	B
0	0
0	1
1	0
1	1

الجدول (2-1)

الاحتمالات الممكنة عندما يكون عدد المداخل (2)

وبالمثل إذا كان عدد الدخل 3(C وB وA) فإن عدد الاحتمالات يكون $2^3 = 8$

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

جدول (2-2)

الاحتمالات الممكنة عندما يكون عدد المداخل (3) ثلاثة

ويوجد أنواع مختلفة من بوابات المنطق وأهمها البوابات الأساسية بوابة (و) AND وبوابة (أو) OR وبوابة النفي NOT .

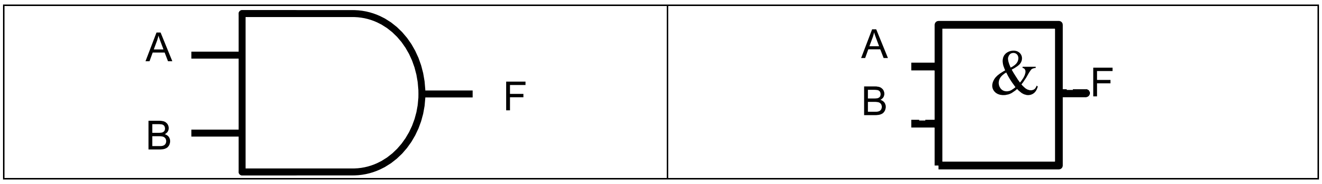
٢- ١ البوابات الأساسية

٢- ١- ١ البوابة المنطقية (و) AND GATE

يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بأحد الرمزين الموضحين في الشكل (1-2) ويلاحظ من الشكل أن هذه البوابة لها أكثر من دخل ولها خرج واحد .ويرمـز لخرج البوابة بالحرف F بينما يرمز للدخلين بالرمزين AوB والبوابة المنطقية (و) يتم التعبير عنها جبرياً بالمعادلة الآتية :

$F = A.B$	(2-1)

أي أن هذه البوابة تمثل بعملية ضرب الدخلين .



الشكل (2-1)

دائرة AND بمدخلين

ويلاحظ أنه يوجد عدد $2^2=4$ احتمال للدخل وعلى ضوء قيمة هذا الاحتمال تتحدد قيمة الخرج بواسطة المعادلة الجبرية للبوابة المستخدمة .

واحتمالات الدخل وقيمة الخرج المناظر لكل احتمال يمكن وضعها في جدول يسمي جدول الحقيقة TRUTH TABLE .وفي حالة البوابة (و) AND يمكن كتابة جدول الحقيقة كما في جدول (2-3)

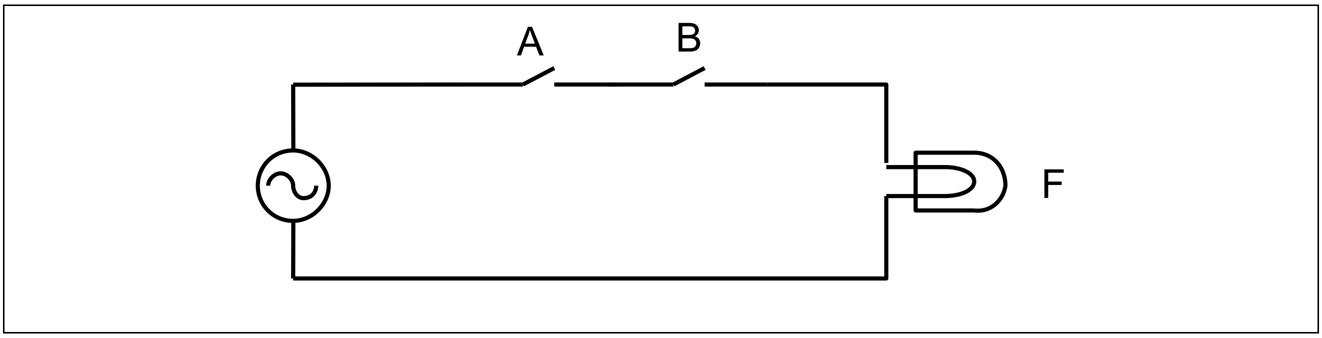
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

الجدول (2-3)

جدول الحقيقة لبوابة AND بمدخلين ومخرج واحد

ومن جدول الحقيقة نجد أن الخرج F يأخذ القيمة "1" في حالة وجود الدخلين "B = 1"، "A = 1" ويأخذ الخرج القيمة " 0 " في كل الاحتمالات الأخرى .

ويمكن تمثيل البوابة " و " بواسطة دائرة بسيطة الشكل (2-2) حيث تم تمثيل الدخل بواسطة المفتاحين AوB على التوالي بينما تم تمثيل الخرج F بمصباح



الشكل (2-2)

تمثيل البوابة AND بدائرة كهربائية

وفي هذا الشكل نجد أن الخرج يكون موجوداً ويساوي "1" أي أن المصباح يضيء في حالة واحدة فقط عندما يكون المفتاحان AوB في الحالة ON ولا تضيء في أي حالة أخرى .
ويمكن أن يكون دخل البوابة " و " اثنان أو ثلاثة أو أكثر ويكون الخرج "1" في حالة ما إذا كانت جميع المدخلات في حالة ON أي مساوية "1" ويكون الخرج "0" إذا كان هناك أي دخل للبوابة قيمته "0".الشكل (2-3) يبين رمز بوابة منطقية AND " و " بثلاثة مدخلات وخرج واحد .



الشكل (2-3)
بوابة AND بثلاثة مداخل ومخرج واحد

وجدول الحقيقة لهذه البوابة هو :

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

الجدول (2-4)
جدول الحقيقة لبوابة AND بثلاثة مداخل ومخرج واحد

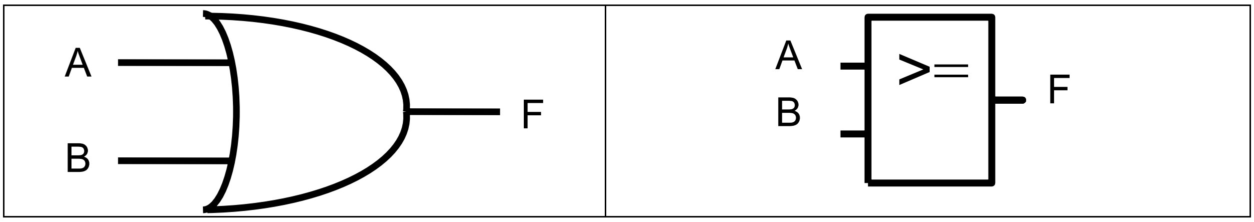
من جدول الحقيقة نستنتج أن خرج البوابة المنطقية "و" يكون "1" إذا كانت جميع المدخلات "1" ولذلك سميت ببوابة " و " وخرجها يكون "0" إذا كان هناك أي دخل للبوابة قيمته "0" .

٢- ١- ٢ البوابة المنطقية " أو " OR GATE

يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بأحد الرمزين المبينين في الشكل (2-4) ويلاحظ في هذا الشكل أن هذه البوابة لها أكثر من دخل ولها خرج واحد . ويرمز لخرج البوابة F بينما للدخلين بالحرفين A,B.والبوابة **OR** " أو " يتم التعبير عنها جبرياً بالمعادلة الآتية :

$F = A + B$	(2-2)

أي أن هذه البوابة تمثل بعملية جمع المداخل، ويمثل جدول (2-5) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية



الشكل (2-4)

بوابة OR بمدخلين

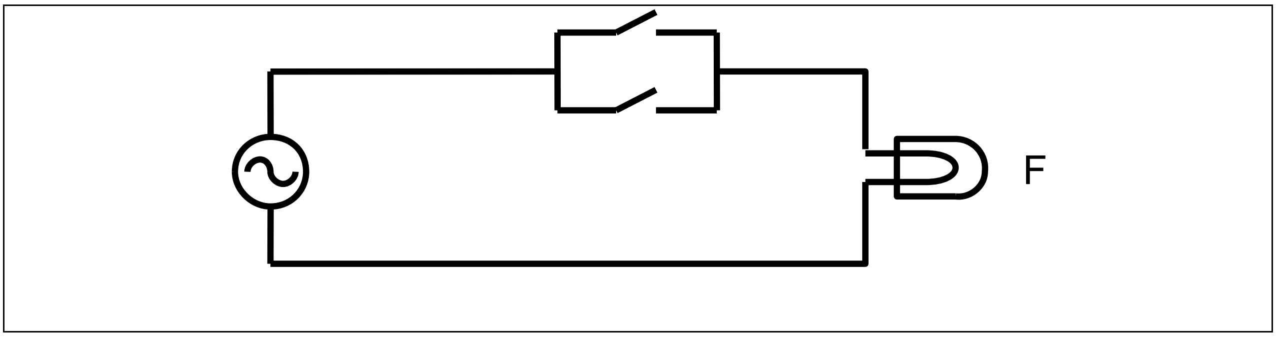
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

الجدول (2-5)

جدول الحقيقة لبوابة AND بمدخلين ومخرج واحد

من جدول الحقيقة نجد أن الخرج F يأخذ القيمة "1" في حالة وجود دخل واحد أو أكثر في حالة ON. أي حالة "1". ويمكن تمثيل البوابة " و " بواسطة دائرة بسيطة الشكل (2-5) حيث تم تمثيل الدخل بواسطة المفتاحينA وB على التوازي بينما تم تمثيل الخرج F بمصباح، ويتضح من هذا الشكل أن الخرج

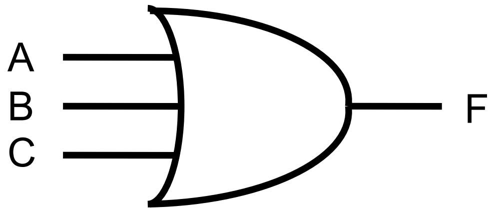
يكون موجوداً ويساوي "1" أي أن المصباح يضيء في حالة وجود أي من المفتاحين Aأو B أو Aو B معاً في حالة ON

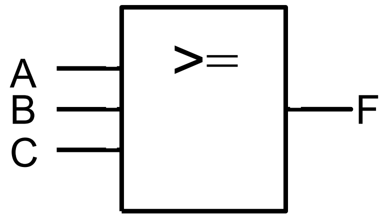


شكل (2-5)

تمثيل البوابة OR بدائرة كهربائية

ويمكن أن يكون دخل البوابة " أو " اثنان أو ثلاثة أو أكثر ويكون الخرج "1" في حالة وجود دخل واحد أو أكثر في الحالة "1" ويكون الخرج "0" في حالة عدم وجود أي دخل. الشكل (2-6) يبين رمز بوابة منطقية (أو) بثلاثة مداخل والجدول (2-6) يوضح جدول الحقيقة لهذه البوابة





الشكل (2-6)

بوابة OR بثلاثة مداخل ومخرج واحد

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1

1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

الجدول (2-6)

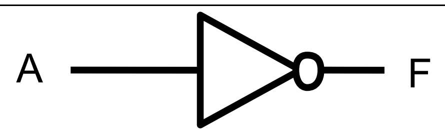
جدول الحقيقة لبوابة OR بثلاثة مداخل ومخرج واحد

٢- ١- ٣ بوابة النفي أو البوابة المعاكسة NOT GATE

يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بالرمز المبين في الشكل (2-7) ويلاحظ في هذا الشكل أن هذه البوابة المنطقية لها دخل واحد وخرج واحد وتقوم هذه الدائرة بعكس إشارة الدخل أي إذا كان الدخل "1" يكون الخرج "0" والعكس صحيح . ويتم التعبير عن هذه الدائرة المنطقية جبرياً بالمعادلة الآتية :

(2-3)	$F = \overline{A}$

ويمثل $\overline{A}$ معكوس A وينطق (A بار) ويمثل الجدول (2-7) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية .



الشكل (2-7)

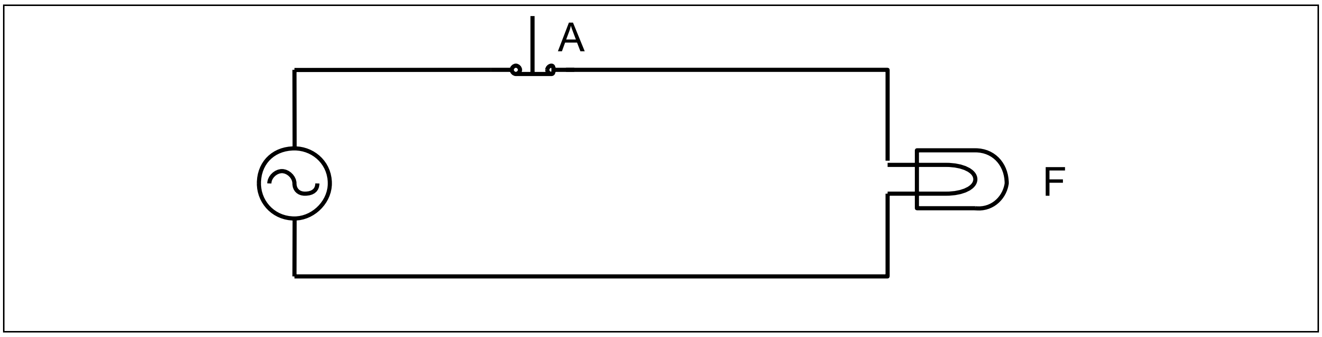
البوابة OR

A	F
0	1
1	0

الجدول (2-7)

جدول الحقيقة لبوابة NOT

ويمكن تمثيل البوابة " النفي " بواسطة دائرة بسيطة الشكل (2-8) حيث تم تمثيل الدخل A بواسطة مفتاح مغلق (معكوس) أي أن الخرج F الممثل بمصباح ويكون موجوداً ويساوي "1" أي أن المصباح يضيء حينما يكون الدخل A مساوياً للصفر والعكس صحيح.



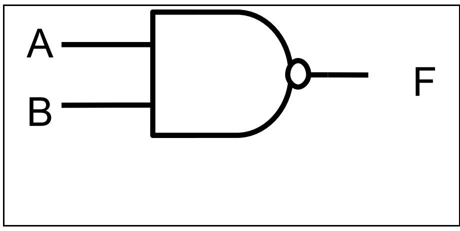
الشكل (2-8)

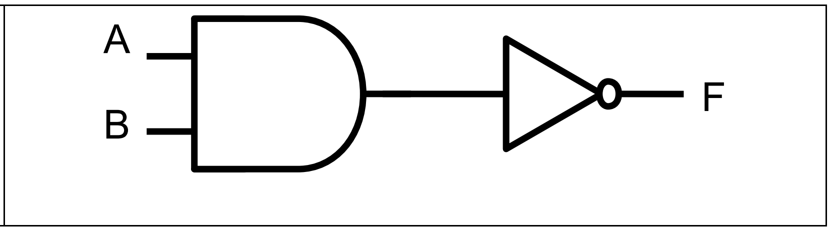
تمثيل البوابة NOT بدائرة كهربائية

٢- ٢ البوابات المنطقية الأخرى

٢- ٢- ١ البوابة المنطقية نفي الوصل " نفي و " **NAND GATE**

تسمى هذه البوابة في بعض الأحيان NOT AND حيث إنها تتكون من البوابة المنطقية" و" AND تليها بوابة النفي NOT كما هو موضح في الشكل (2-9). ويرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل المبين(2-10).





الشكل (2-10) دائرة NAND

رمز لبوابة NAND

الشكل (2-9)

مكونة من بوابة AND متصلة ببوابة NOT

ومن الشكل يتضح أن البوابة المنطقية NAND لها أكثر من دخل AوB ولها خرج واحد F ويتم التعبيرعن ذلك جبرياً بالمعادلة (2-4) وتقرأ F=NOT(A AND B)، ويمثل الجدول (2-7) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية.

$F = \overline{A \cdot B}$	(2-4)

الدخل		خرج	
A	B	AND	NAND
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

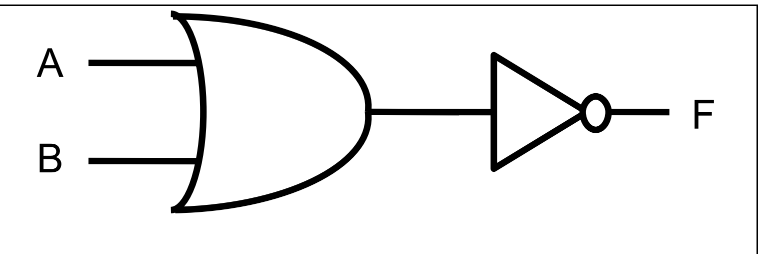
الجدول (2-7)

الجدول الحقيقة لبوابة NAND

من جدول الحقيقة يستنتج أن خرج البوابة المنطقية " نفي و " يكون "0" فقط إذا كانت جميع المدخلات "1" ويكون خرجها "1" إذا كان أي مدخل من مداخل البوابة المنطقية "0" لذلك سميت "نفي و".

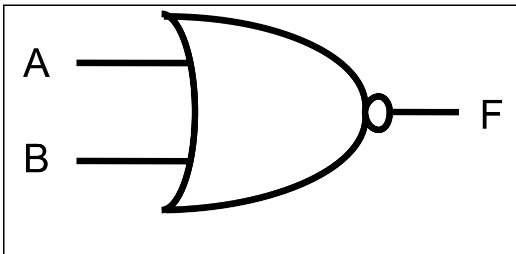
٢- ٢- ٢ البوابة المنطقية (نفي أو) **NOR GATE** :

تقوم هذه البوابة بنفى خرج البوابة OR بمعنى أنه يمكن اعتبارها بوابة OR موصل خرجها بمدخل لبوابة NOT كما هو مبين في الشكل (2-11)، ويرمز لها بالرمز المبين في الشكل (2-12)، ويتم التعبير عن هذه البوابة المنطقية بالمعادلة (2-5). ويمثل الجدول (2-8) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية.



الشكل (2-11)

دائرة NOR مكونة من بوابة OR متصلة ببوابة NOT



الشكل (2-12)

رمز لبوابة NOR

(2-5)	$F = NOT(A+B) = \overline{A+B}$

الدخل	الخرج

B	A	OR	NOR
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

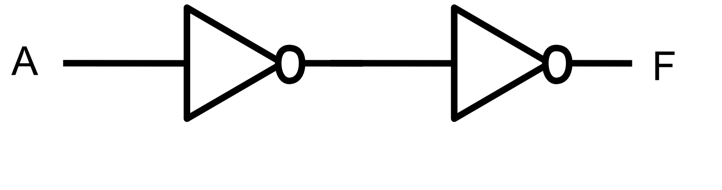
الجدول (2-8)

الجدول الحقيقة لبوابة NOR

من جدول الحقيقة يستنتج أن خرج البوابة NOR يكون "1" فقط إذا كانت جميع المداخل "0" ويكون خرجها "0" إذا كان أي مدخل من مداخلها "1" لذلك سميت " نفي أو " .والبوابة المنطقية NOR يمكن أن يكون لها ثلاثة أو أربعة مداخل وخرج واحد

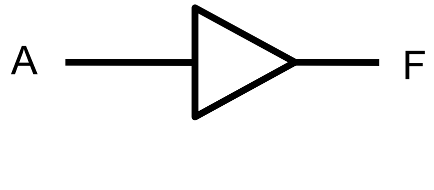
٢- ٢- ٣ بوابة نفي النفي (الإثبات): NOT NOT GATE, BUFFER GATE

هذه البوابة عبارة عن بوابتين نفي NOT متتاليتين كما في الشكل (2-13) حيث تقوم البوابة الأولى بنفي الدخل بينما تقوم البوابة الثانية بنفي ما سبق نفيه وبالتالي إعادته إلى أصله (نفي النفي إثبات) ويتم اختصار الشكل (2-13) إلى رمز لها كما هو مبين في شكل (2-14) ويتم التعبير عن تلك البوابة جبرياً بالمعادلة (2-6)، كما يمكن التعبير عن منطق التشغيل لتلك البوابة بجدول الحقيقة المبين في الجدول (2-9).



الشكل (2-13)

الدائرة BUFFER مكونة من بوابتي NOT



الشكل (2-14)

رمز لبوابة BUFFER

(2-6)	$F= NOT(NOT(A)) = \overline{\overline{A}}$

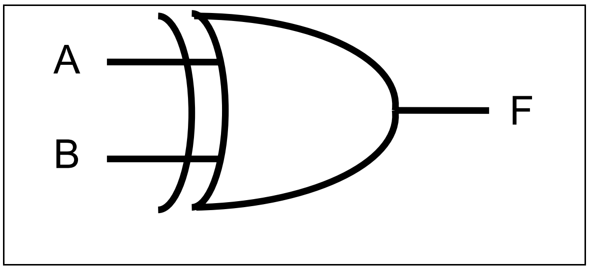
الدخل	الخرج	
A	NOT	BUFFER
0	1	0
1	0	1
0	1	0
1	0	1

الجدول (2-9)

جدول الحقيقة لبوابة NOT NOT(BUFFER)

٢- ٣- ٤ بوابة عدم التطابق (EXCLUSIVE OR GATE (XOR

يرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل (2-15) ويتم التعبير عن هذه البوابة جبرياً بالمعادلة (2-7) والجدول الحقيقة لهذه البوابة كما هو مبين في الجدول (2-10).



الشكل (2-15)

رمز لبوابة XOR

$F = \overline{A}B + A\overline{B}$	(2-7)

الدخل		الخرج
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

الجدول (2-10)

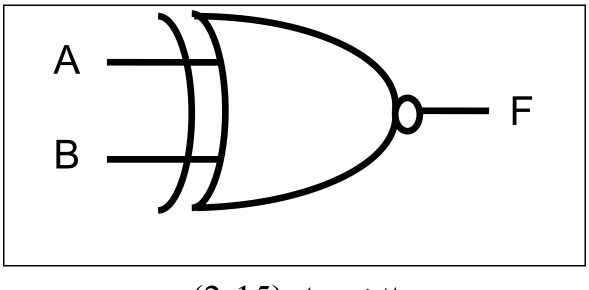
جدول الحقيقة لبوابة XOR

يتضح من جدول الحقيقة أن خرج بوابة عدم التطابق يساوي "1" إذا كان عدد المداخل التي تساوي "1" عدداً فردياً في حين يكون خرجها يساوي "0" إذا كان عدد المداخل التي تساوي "1" عدداً زوجياً أي أن خرج البوابة يكون "1" في حالة عدم تطابق A و B ويمكن أن تستخدم بوابة عدم التطابق لعدد مداخل أكبر من اثنين.

٢- ٢- ٥ بوابة التطابق (EXCLUSIVE NOR GATE (X NOR

يرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل (2-16) ويعبر عن هذه البوابة جبرياً بالمعادلة (2-8) وجدول الحقيقة لهذه البوابة كما هو مبين في الجدول (2-10).

في هذه البوابة يمكن تحقيق خرج حقيقي "1" عندما تكون إشارتي الدخل متطابقتين سواء أكانت إشارات الدخل "1" أو "0" ويمكن استخدام بوابة التطابق لمداخل أكثر مقدارها من اثنين.



الشكل (2-15)

رمز لبوابة XNOR

$F = AB + \overline{A}\,\overline{B}$	(2-8)

الدخل		الخرج
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

الجدول (2-11)

جدول الحقيقة لبوابة XNOR

٢- ٣ تجميع البوابات المنطقية :

معظم العمليات المنطقية لا يمكن تنفيذها ببوابة واحدة وإنما بمجموعة من البوابات التي يتم توصيلها على التوالي أو التوازي للحصول على الخرج المنطقي المطلوب ويمكن توضيح ذلك ببعض الأمثلة التالية :

مثال (2-1)

حقق التعبير المنطقي التالي باستخدام البوابات المنطقية؟

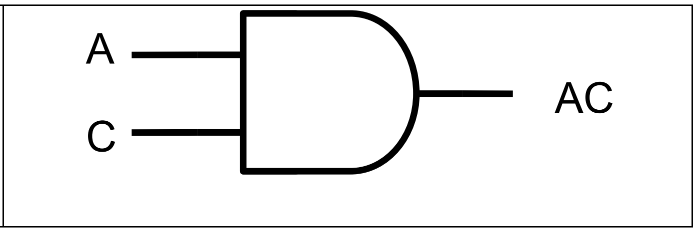
$$F = AC + BC$$

الحل

المعادلة السابقة مكونه من جزأين:

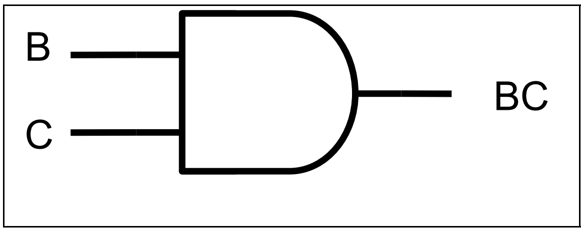
الجزء الأول مكون من متغيرين مضروبين في بعضهما البعض ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها A وC وخرجها A C كما هو مبين في الشكل (2-17)

الجزء الثاني أيضاً مكون من جزئين مضروبين في بعضهما البعض ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها B C وخرجها B C كما هو مبين في الشكل (2-18)



الشكل (2-17)

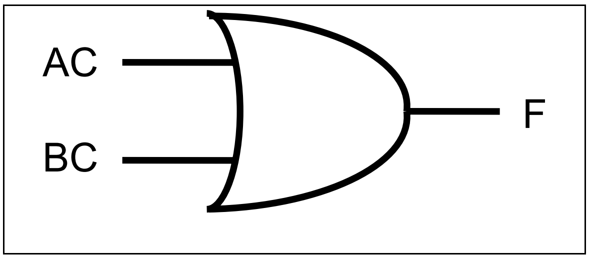
الجزء الأول مثال (1-2)



الشكل (2-18)

الجزء الثاني مثال (1-2)

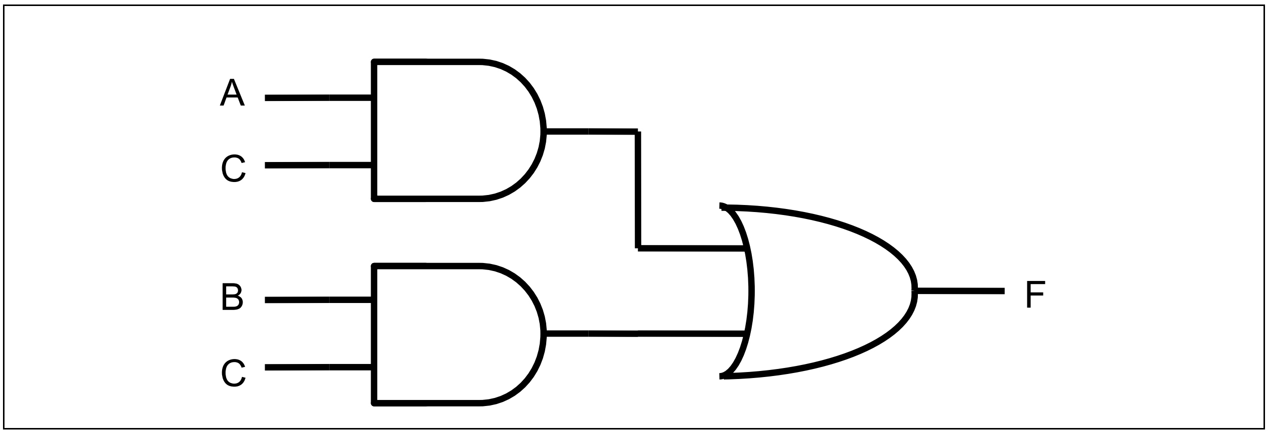
بالنظر للجزأين الأول والثاني نجد أنهما مجموعين مع بعضهما البعض ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " أو " OR دخلها A C , B C وخرجها F كما هو مبين في الشكل (2-19)



الشكل (2-19)

الدائرة OR مثال (1-2)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في الشكل (2-20) تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في الجدول (2-12).



الشكل (2-20)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (1-2)

A	B	C	AC	BC	F

0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1

الجدول (2-12) جدول الحقيقة مثال (2-1)

مثال (2-2)

ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة للمعادلة الآتية:

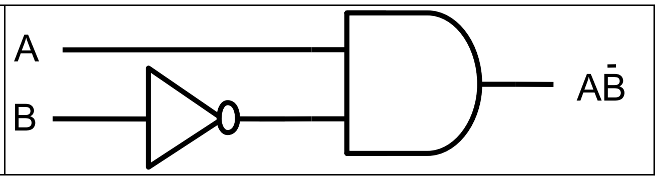
$$F = A\overline{B} + \overline{A}B$$

الحل

المعادلة السابقة مكونه من جزأين:

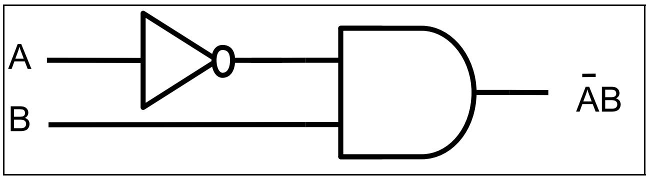
الجزء الأول مكون من متغيرين (A ومعكوس B) مضروبين في بعضهما البعض ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها A ومعكوس B كما هو مبين في الشكل (2-21)

الجزء الثاني بالمثل يمكن الحصول عليه من المعادلة كما هو مبين في الشكل (2-22)



الشكل (2-21)

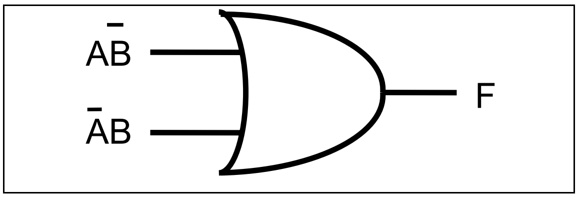
الجزء الأول مثال (2-2)



الشكل (2-22)

الجزء الثاني مثال (2-2)

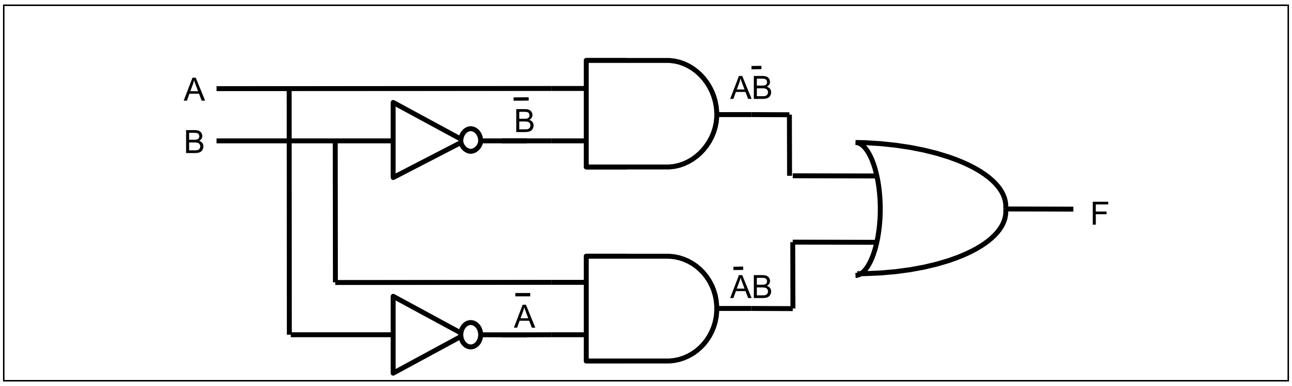
يمكن جمع الجزأين الأول والثاني باستخدام بوابة " أو " OR وخرجها F كما هو مبين في الشكل(2-23)



الشكل (2-23)

الدائرة OR مثال (2-2)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في الشكل (2-24)تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في الجدول (2-13).



الشكل (2-24)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (2-2)

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$A\overline{B}$	$\overline{A}B$	F
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	0	0

الجدول (2-12)

جدول الحقيقة مثال (2-2)

مثال (2-3) ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة للتعبير المنطقي :

$$F = \overline{A}BC + \overline{B}C + A\overline{C}$$

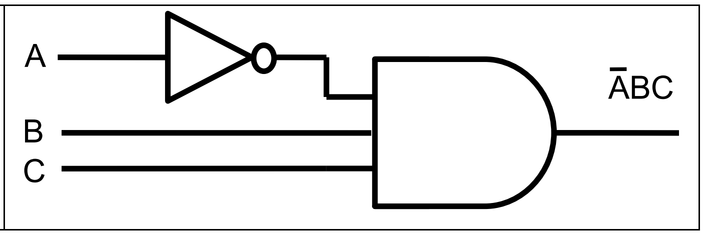
الحل:

المعادلة السابقة مكونه من ثلاثة أجزاء :

الجزء الأول يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة في شكل (2-25)

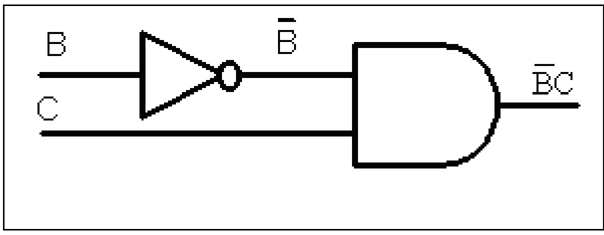
الجزء الثاني يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة في شكل (2-26)

الجزء الثالث يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة في شكل (2-27)



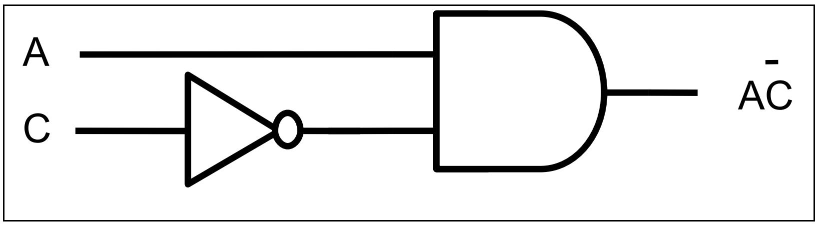
الشكل (2-25)

الجزء الأول مثال (3-2)



الشكل (2-26)

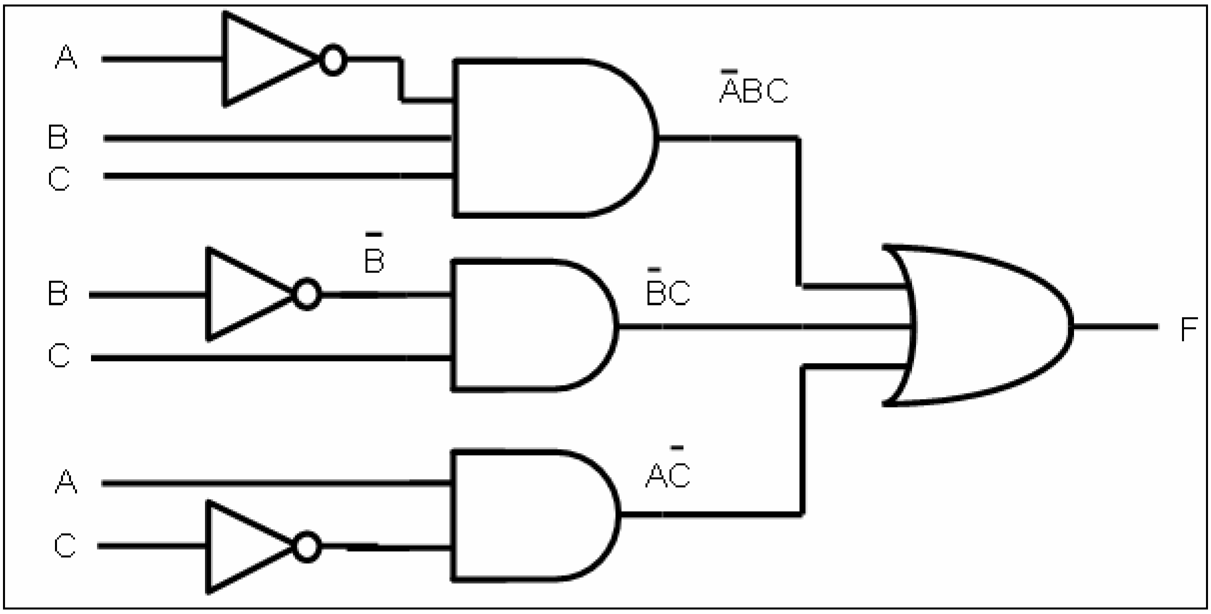
الجزء الثاني مثال (3-2)



الشكل (2-27)

الجزء الثالث مثال (3-2)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في الشكل (2-28) تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في الجدول (2-14).



الشكل (2-28)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (2-3)

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

الجدول (2-14)

جدول الحقيقة مثال (2-3)

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة لكل من المعادلات الآتية:

i) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$

ii) $F = AB+BC$

iii) $F = \overline{B}C + A\overline{C}$

السؤال الثاني:

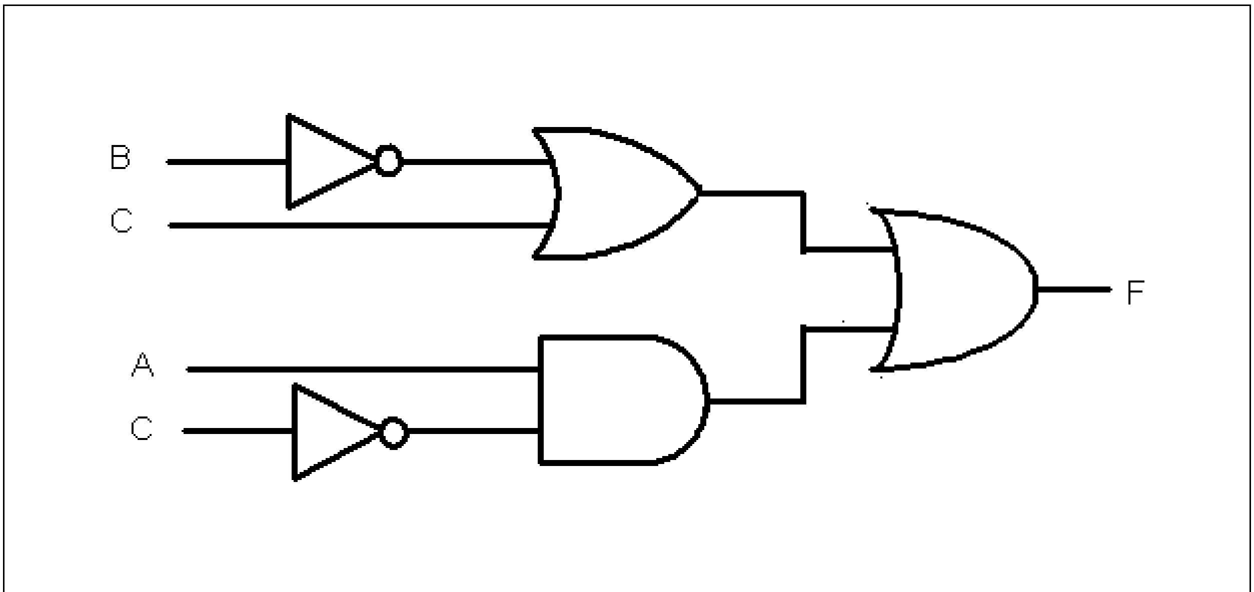
أ. ارسم شكل موجة الدخل والخرج لدائرة NAND ذات مدخلين إذا كان المدخل الأول عبارة عن نبضة موجبة تبدأ عند زمن يساوي 0.1 ms وتنتهي عند زمن 1.6 ms وكان المدخل الثاني عبارة عن نبضة موجبة تبدأ عند زمن 0.3 ms وتنتهي عند زمن 1.2 ms

ب. كرر السؤال السابق إذا تم استبدال البوابة المستخدمة ببوابة XOR

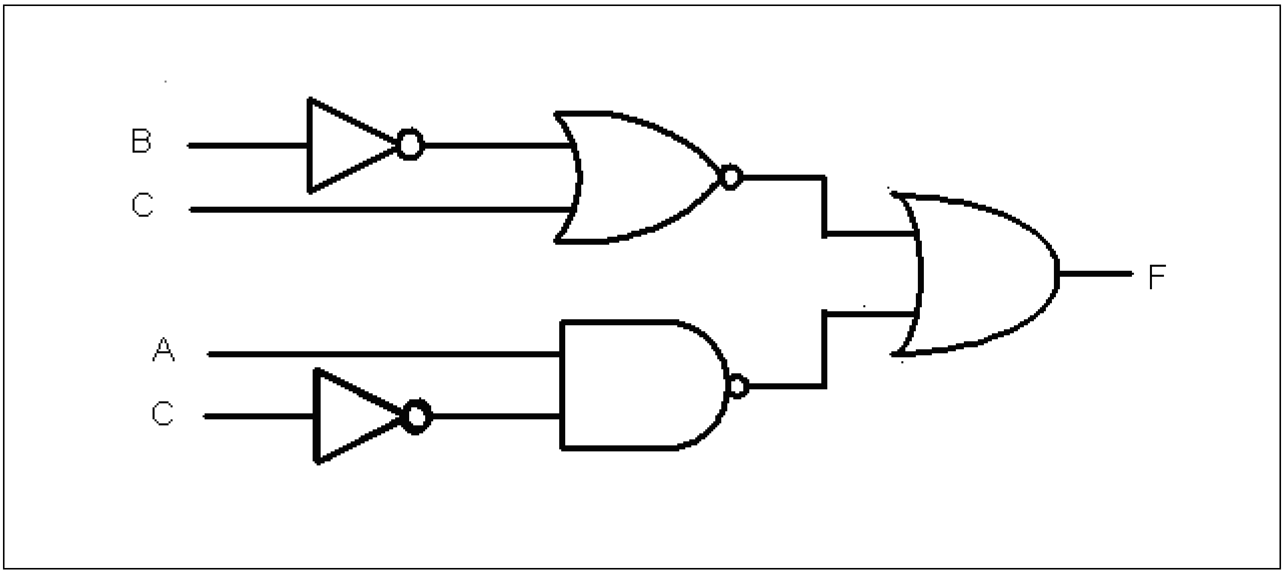
السؤال الثالث:

أ. استنتج التعبير الرياضي وجدول الحقيقة للدائرة المبينة في الشكل (2-29)

ب. استنتج التعبير الرياضي وجدول الحقيقة للدائرة المبينة في الشكل (2-30)



الشكل (2-29)



الشكل (2-30)

تقنية التحكم المبرمج

مكونات الحاكم المنطقي المبرمج

وأساسيات تشغيله

الجدارة: التعرف على تركيب الحاكم المنطقي المبرمج وكيفية تشغيله

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

١. وصف مكونات الحاكم المنطقي المبرمج
٢. وصف مميزات استخدام الحاكم المنطقي المبرمج
٣. رسم بعض دوائر التحكم التقليدية.

الوقت المتوقع: ٤ساعات

متطلبات الجدارة: الدوائر الكهربائية - ٢

الوحدة الثالثة : مكونات الحاكم المنطقي المبرمج وأساسيات تشغيله

بدأ استخدام الحاكمات المنطقية المبرمجة "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER" أو ما يسمى "PLC" في الصناعة منذ عام 1969 م ومنذ ذلك الوقت أصبحت من أشهر وسائل التحكم في العمليات الصناعية والآلات – وفي عام 1974 م بدأ استخدام الميكروبروسيسور كوحدة حساب مركزية في "PLC" ونتيجة لذلك بالإضافة إلى التقدم التكنولوجي في صناعة الدوائر الإلكترونية ظهرت وحدات من الحاكمات المنطقية المبرمجة تتميز برخص ثمنها وصغر حجمها بالإضافة إلى كفاء تها العالية .

٣- ١ ما هو الحاكم المنطقي المبرمج "PLC" ؟

هو جهاز إلكتروني رقمي يحتوي على ذاكرة يمكن برمجتها لتخزين بعض الأوامر أو المعلومات بالإضافة لتنفيذ عمليات مختلفة مثل العمليات المنطقية "LOGIC" أو زمنية "TIMING" أو حسابية "ARITHMATIC" وذلك بهدف التحكم في الآلات أو العمليات الصناعية .

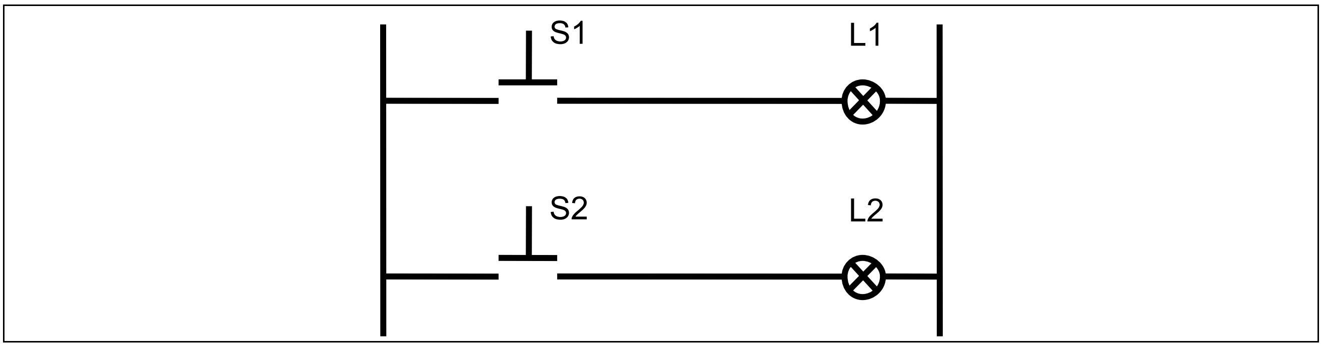
وكما يمكن تعريف الـ "PLC" على أنه جهاز تحكم إلكتروني صمم خصيصاً لاستقبال إشارات الدخل (ثنائية) ثم يجري بعض العمليات المختلفة طبقاً للبرنامج الذي تم بداخله ثم يرسل إشارات الخرج للتحكم في العمليات الصناعية المختلفة .

مما سبق يتضح أن الحاكم المنطقي المبرمج يقوم بتنفيذ العمليات المنطقية التي كانت تنفذ في الماضي باستخدام المرحـلات الإلكترو ميكانيكية والمفاتيح الميكانيكية والمزمنات والعدادات ...إلخ .

٣- ٢ أهمية استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة :

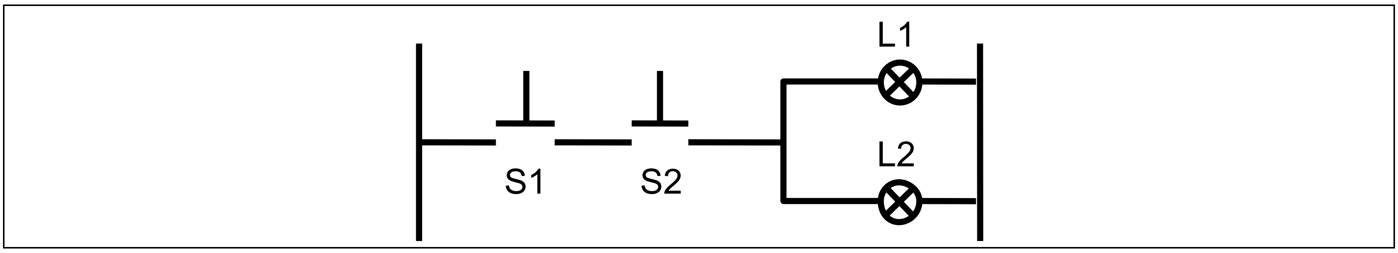
نتيجة لزيادة التعقيد في العمليات الصناعية الحديثة وكذلك زيادة الدقة المطلوبة فإن ذلك يتطلب جهاز تحكم دقيق يتميز بسرعة رد الفعل والاستجابة لتنفيذ متطلبات التحكم الدقيق . هذه السرعة في الاستجابة ليست متوفرة بالدرجة المطلوبة في الأجهزة الكهروميكانيكية سواء من المرحلات أو المزمنات كذلك إذا تغيرت متطلبات نظام التحكم فإن هذا يتطلب تغيير التوصيلات لنظام التحكم وربما تغيير أجهزة التحكم الكهروميكانيكية بالكامل ، ولكن مع استخدام PLC نجد أنه يتميز بسرعة الاستجابة وكذلك يمكن تغيير نظام التحكم عن طريق برنامج التحكم فقط دون أي تغيير في التوصيلات وهنا نشرح المثال البسيط التالي لتوضيح ذلك :

الشكل (3-1) يمثل دائرة إضاءة بسيطة حيث يستخدم المفتاح "S1" لتشغيل المصباح (اللمبة) "L1" والمفتاح "S2" لتشغيل المصباح (اللمبة) "L2" .



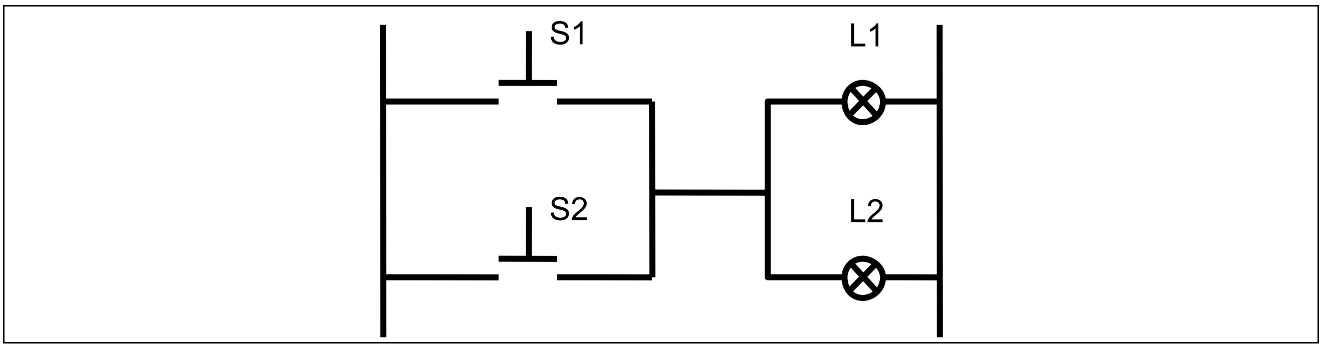
الشكل (3-1)

إذا فرض أنه يراد تغيير هذا المنطق البسيط بحيث أنه يتم إضاءة (اللمبة) L1 , L2 بالضغط على S1 , S2 معاً فإنه يجب إعادة توصيل الدائرة بالكامل كما في الشكل (3-2)



الشكل (3-2)

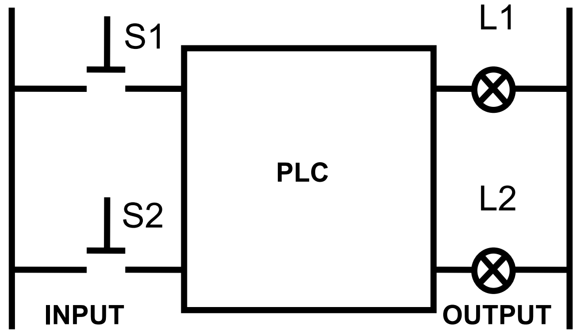
ثم إذا فرض أنه يراد تغيير منطق التشغيل إلى أن يضاء L1 , L2 باستخدام إما مفتاح S1 أو مفتاح S2 فإنه يجب إعادة توصيل الدائرة كما في الشكل (3-3)



الشكل (3-3)

نلاحظ من هذا المثال البسيط أنه لتغيير منطق التشغيل يجب إعادة توصيل الدائرة بالكامل في كل مرة وبالرغم من بساطة الدائرة إلا أن ذلك يعتبر مجهداً وفي حالة الدوائر الكبيرة والمنطق المعقد فإن إعادة توصيل الدائرة سيكون صعباً جداً بالإضافة إلى أنه سيحتاج عدداً كبيراً من المرحلات وفي بعض الأحيان يكون مستحيلاً .

أما في حالة استخدام الـ PLC كما في الشكل (4-3) في هذه الحالة لتغيير منطق التشغيل سيتغير فقط البرنامج الذي تم تخزينه بما يتناسب مع المنطق الجديد وذلك دون أي تغيير في الدائرة.



الشكل (4-3)

كما أنه عند استخدام الـ PLC فإنه سوف يحل محل المرحلات المستخدمة كأجهزة منطقية (وهي عادة بالمئات في العمليات الصناعية) وبالتالي نجد أنه باستخدام وحدة PLC الصغيرة أمكن الاستغناء عن عدد كبير من المرحلات والمفاتيح وخلافه مما يؤدي إلى قلة التكلفة وصغر حجم وحدة التحكم.

مما سبق يمكن أن تستخلص بعض مميزات استخدام جهاز الحاكم المنطقي المبرمج PLC في الصناعة كما يلي :

١. صغر حجم وحدة التحكم.
٢. قلة التكلفة في معظم التطبيقات.
٣. سهولة تغيير منطق التشغيل بتغيير البرنامج فقط دون الحاجة إلى إعادة توصيل الدائرة.
٤. سهولة صيانتها ومعرفة الخطأ أن وجد.

٣- ٣ مكونات الحاكم المنطقي المبرمج :

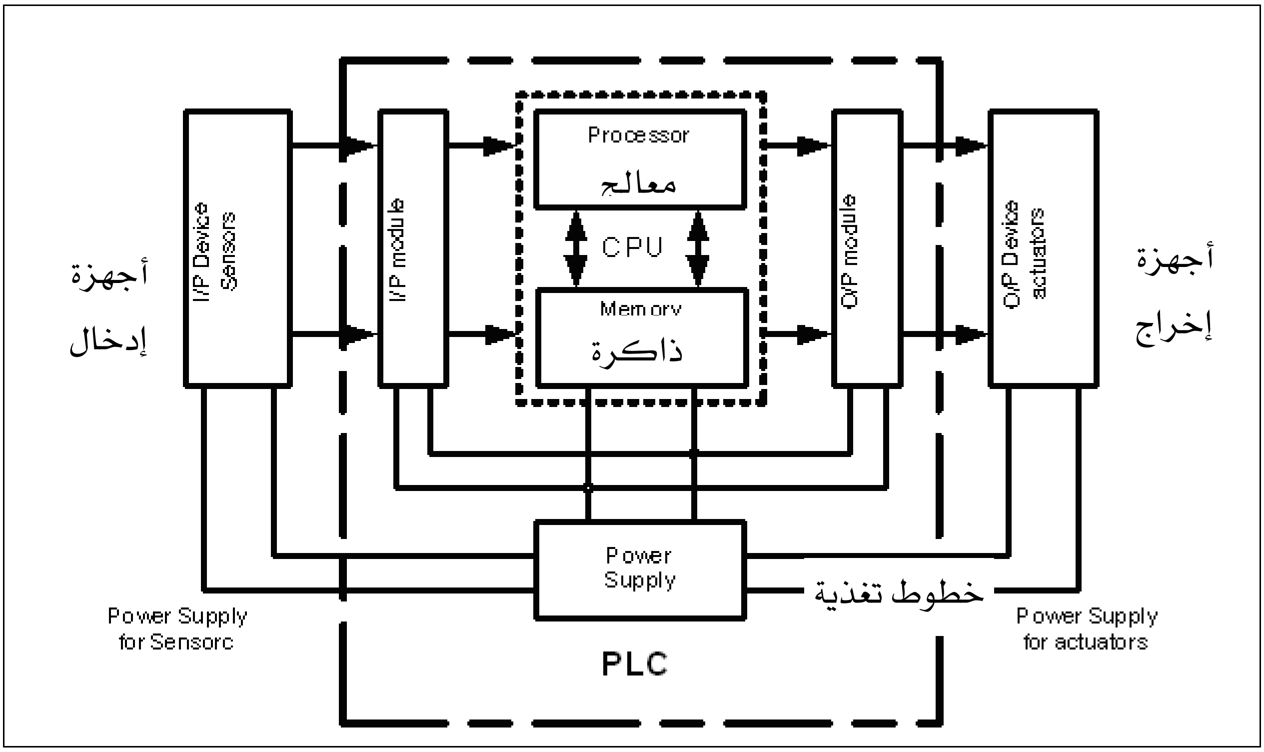
ينقسم الحاكم المنطقي المبرمج حسب تكوينه إلى نوعين هما "BRICK" بريك "BUS" باص ولقد تم تصميم النوع الأول ليشكل حلاً رخيص التكلفة لعمليات التحكم الصغيرة وكما هو واضح من

الاسم فإنها صغيرة الحجم وعدد مداخلها لا يزيد عن 16 مدخلاً وعدد مخارجها أيضاً لا يزيد عن 16 وتكون ذاكرة الجهاز في حدود 1 أو 2 ك ، ومن عيوب هذا النظام أنه غير مصمم بحيث إنه يمكن إضافة عدد من المداخل أو المخارج كما أنه يمكن زيادة ذاكرته.

يتكون الحاكم المنطقي المبرمج كما في الشكل (٥- ٣) من:

١. مصدر التغذية .
٢. وحدة الإدخال .
٣. وحدة الإخراج .
٤. وحدة التحكم المركزية .
٥. وحدة البرمجة .

وسوف يتم شرح كل جزء على حدة لشرح وظيفته.



الشكل (3-5).

مكونات الحاكم المنطقي المبرمج

٣- ٣- ١ مصدر التغذية **Power Supply**

تقوم هذه الوحدة بتوفير الجهد المطلوب لتشغيل الوحدات والعناصر الإلكترونية وكذلك توفير الجهد اللازم لتشغيل المفعلات والمجسات ... إلخ وهو في حدود 24 إلى 220 فولت .

٣- ٣- ٢ وحدة الإدخال / الإخراج Input/output Module

تقوم وحدات الإدخال والإخراج بعمل الوسيط بين أجهزة الإدخال المختلفة مثل المجسات والمفاتيح إلخ أو أجهزة الإخراج مثل المرحلات والمزمنات وبين وحدة التحكم المركزية (CPU)

٣- ٣- ٣ وحدة التحكم المركزية Central Processing Unit (CPU)

وحدة التحكم المركزية هي العقل بالنسبة لجهاز الحاكم المنطقي المبرمج وتتكون من واحد أو أكثر من الميكروبرسيسور وتتوفر لها المساعدات المطلوبة للتوصيل بوحدة البرمجة وأجهزة الإدخال والإخراج ومهمة وحدة التحكم المركزية ملاحظة حالة أجهزة الإدخال وقراءة البرنامج المكتوب ثم تحويله إلى وحدة الإخراج على شكل إشارات طبقاً للبرنامج المكتوب

ويتحقق هذا عن طريق برنامج نظام التشغيل المخزن في ROM حيث يقوم هذا البرنامج بتوجيه الميكروبسيور لتنفيذ البرنامج الذي كتب بواسطة المستخدم في ذاكرة الجهاز وتتكون ذاكرة الجهاز من عدة أجزاء كما في الجدول (1-3) .

ROM الذاكرة الدائمة	SYSTEM PROGRAM نظام التشغيل
RAM الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة	متغيرات النظام SYSTEM VARIABLES
	PLC VARIABLES متغيرات PLC
	USER PROGRAM برنامج المستخدم
	متغيرات المستخدم USER VARIABLES
EPROM OR EEPROM اختيارية	USER PROGRAM برنامج المستخدم

الجدول (1-3)

أنواع الذاكرة :

أ) الذاكرة المقروءة فقط **ROM** :

وتحتوي هذه المنطقة من الذاكرة على نظام تشغيل الجهاز وهذا الجزء مخفي عن المستخدم

ب) الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة **RAM** :

وهذا الجزء من الذاكرة يحتوي على متغيرات النظام التي يستفيد منها نظام التشغيل " مثل المؤشرات وخلافه (هذا الجزء مخفي)، كما تحتوي على متغيرات الـ PLC وفيها يتم تخزين حالات التشغيل الحالية مثل حالات المزمنات والعدادات ومرحلات التحكم وخلافه .وتحتوي أيضاً على البرنامج المستخدم وهو الذي نقوم بكتابته ومن الممكن تعديل هذا البرنامج في أي وقت كما أنه محمي ضد انقطاع التيار عن طريق بطارية تستخدم في ذلك .

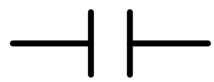
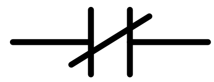
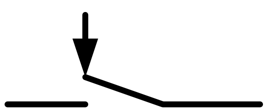
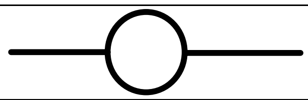
في معظم الأحيان بعد الانتهاء من تصميم واختبار البرنامج المقترح نود كتابته على نوع آخر من الذاكرة يكون دائماً (هذا النوع يسمي " EPROM ") ذاكرة دائمة قابلة للمسح والبرمجة ويتم ذلك عن طريق أشعة فوق بنفسجية لمسح محتويات الذاكرة وهناك نوع آخر هو EEPROM وهذا النوع يسمى الذاكرة الدائمة القابلة للبرمجة والمسح كهربياً .

٣- ٣- ٤ جهاز البرمجة **Programming Unit**

ويطلق عليه أسماء صناعية عدة ويستخدم لإدخال البرنامج الذي سوف يستخدم في عملية التحكم إلى الجهاز PLC .

٣- ٤ دوائر التحكم التقليدية

في هذا الجزء سوف نقوم بشرح مثالين أو أكثر لبعض الدوائر البسيطة باستخدام الطرق التقليدية ولعله من المناسب في هذا الوقت أن نقدم بعض الرموز المستخدمة للمرحلات "RELAYS" حسب النظام الأمريكي:

	مرحل عادة مفتوح (نقطة توصيل عادة مفتوحة)	
	مرحل عادة مغلق (نقطة توصيل عادة مغلقة)	
ملف تشغيل المرحل		

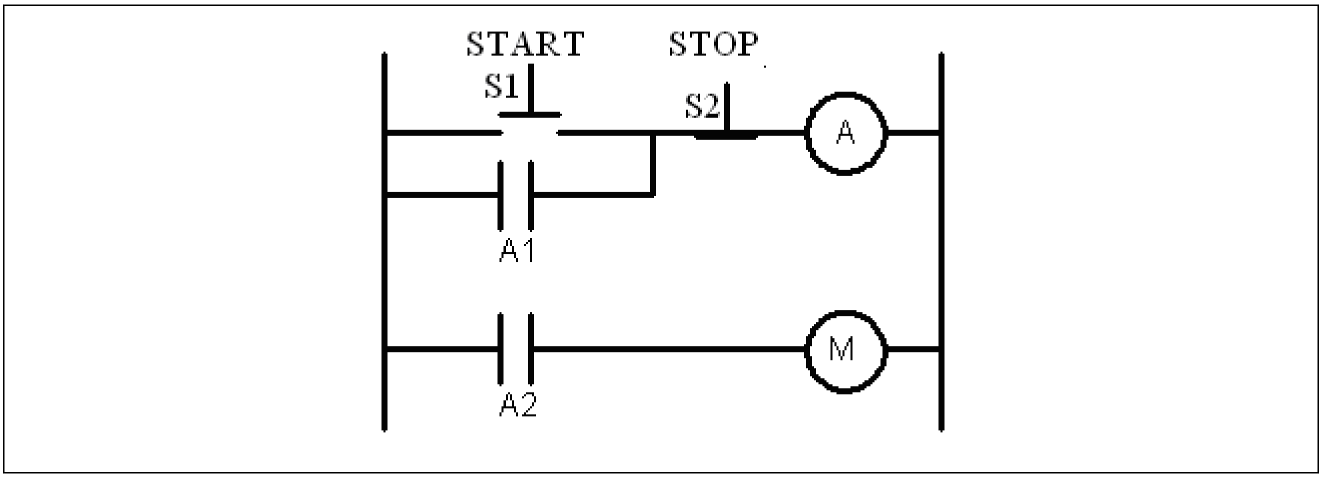
٣- ٤- ١ دائرة تشغيل مرحل (دائرة الإمساك) LATCH CIRCUIT

هذه الدائرة تستخدم بكثرة في العمليات الصناعية لتشغيل محرك وخلافه، وهي عبارة عن دائرة تخزين "MEMORY CIRCUIT" الشكل (3-7) يبين هذه الدائرة وهي تتكون من :

١ - مفتاح البدء: وهو من النوع الذي يعمل بالضغط عليه وعند رفع هذا الضغط يفصل، (مفتاح ضاغط)..

٢ - مرحل: (A) عند مرور التيار في ملف هذا المرحل فسوف يتم توصيل A2 وA1 وبالتالي يتم تشغيل المحرك

٣ - مفتاح فصل لإيقاف المحرك :



الشكل (3-6)

دائرة الإمساكLatch Circuit

طريقة عمل دائرة الإمساك :

١ - الضغط على مفتاح البدء (START) .

٢ - التيار يمر في ملف المرحل A الذي يسبب إغلاق اثنين من نقاط التوصيل المفتوحة عادة (A1, A2)

٣ - المتمم A2 يغذي المحرك الذي يبدأ في الدوران .

٤ - المتمم A1 (مفتاح الإمساك) يحافظ على مرور التيار في ملف المرحل .

٥ - عند الضغط على مفتاح الإيقاف STOP يتم قطع التيار عن الملف وبالتالي يتم فصل المتممات A1, A2 ويتم إيقاف الدائرة .

مثال 3-1 : لتوضيح كيفية التحكم في أكثر من محرك باستخدام المرحلات والمتممات :

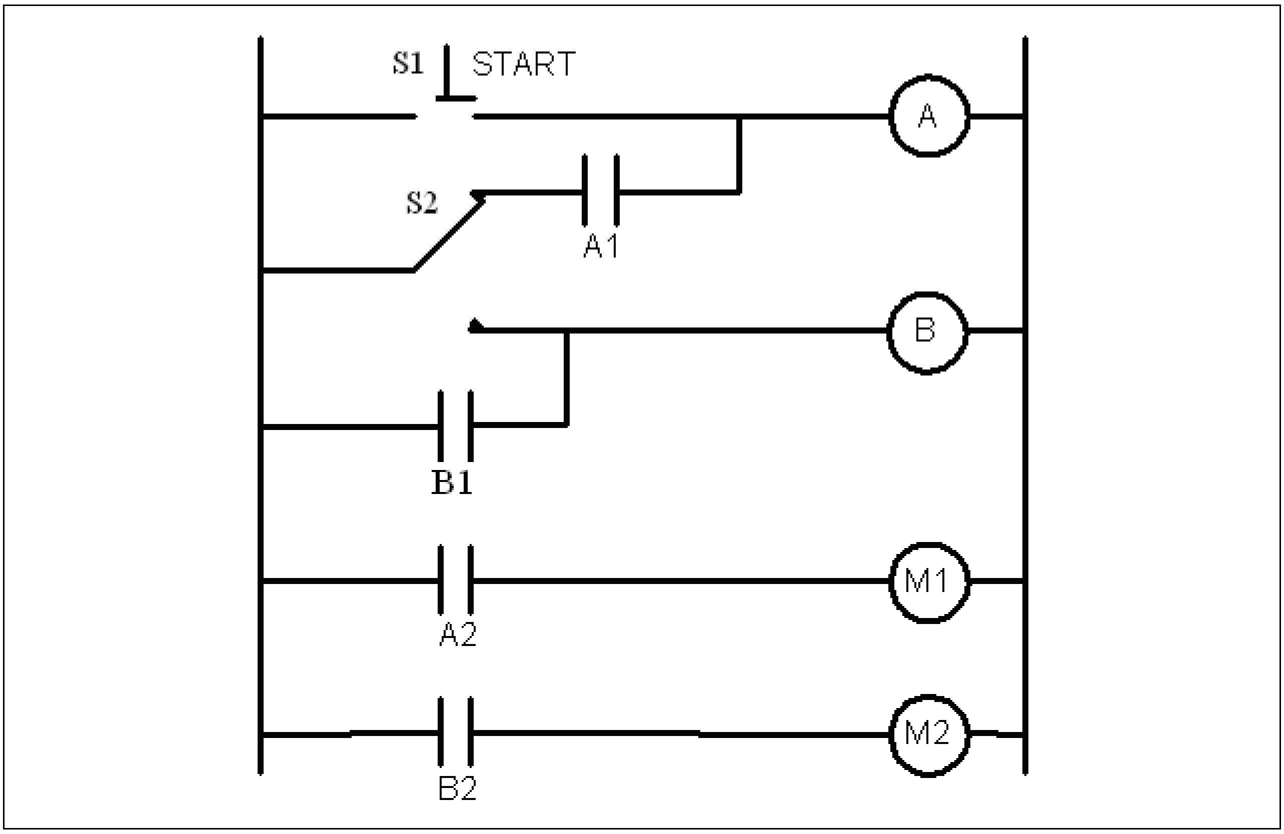
الشكل (3-7) يمثل هذه الدائرة .وطريقة عملها كالتالي:

١ - عند الضغط على المفتاح S1 يتم تغذية الملف A وبالتالي توصيل A2 وA1

- A1 يعمل على إمساك تيار الملف A
- A2 يغذي المحرك M1 الذي يبدأ في الدوران

٢ - عند الضغط على S2 :

- يقطع تيار الملف A ويفصل A2 وA1 وبالتالي يقف المحرك M1 .
- يتم توصيل تيار الملف B في نفس الوقت وبالتالي يتم توصيل B2 وB1 .
- B1 يعمل على إمساك التيار للملف B.
- B2 يغذي المحرك M2 ويبدأ في الدوران.



الشكل (3-7)

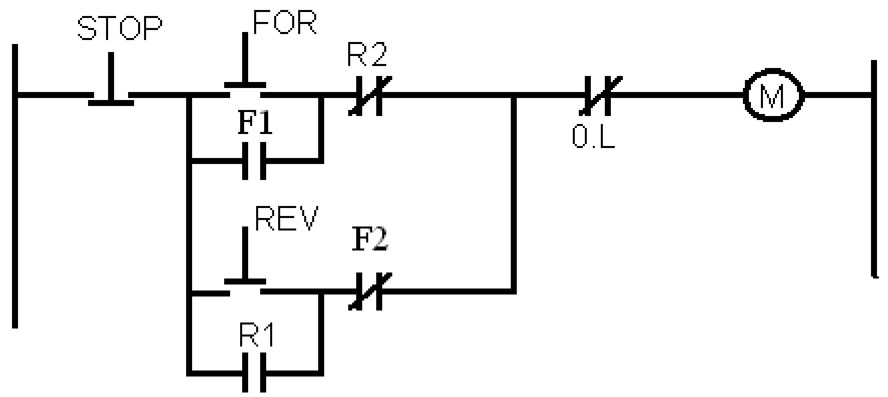
دائرة التحكم في أكثر من محرك

إذا اكتفينا بذلك فإننا نكون قد قمنا بعمل تحكم للبدء بالمحرك M1 لفترة وعند انتهائها قمنا بايقافه وتشغيل M2 ولكن إذا كان المطلوب تشغيل M1 مرة أخرى مع M2 فإننا نقوم بالضغط على S1 حيث يتم توصيل التيار للملف A وبالتالي يتم تشغيل M1 كما في الخطوة رقم (1)

مثال 3-2 : للتحكم في اتجاه دوران المحرك وعكس حركته :

الشكل (8-3) يمثل هذه الدائرة وتتكون من:

- مفتاح FOR للدوران في الاتجاه الأمامي .
- مفتاح REV للدوران في الاتجاه العكسي .
- مفتاح STOP لإيقاف المحرك .
- المتمم O.L المغلق عادة ويفصل المحرك في حالة مرور التيار العالي



الشكل (8-3)

دائرة عكس حركة المحرك

أولا : للدوران في الاتجاه الأمامي :

بالضغط على مفتاح FOR يتم تغذية الملف F وبالتالي توصيل F2 وF1 حيث يقوم F1 بعمل التغذية اللازمة للمف F بينما يكون F2 مغلقاً عادة فيتم فتحه وهذا يمنع تشغيل دائرة عكس الحركة أثناء دوران المحرك في الاتجاه الأمامي

ثانياً : لعكس اتجاه الدوران :

١ - يتم إيقاف المحرك أولاً باستخدام STOP وهذا يؤدي إلى فصل التغذية عن الملف F ومن ثم يغلق F2 حيث إنه مغلق عادة .

٢ - يتم الضغط على مفتاح REV وبالتالي يتم تغذية الملف R حيث يقوم R1 بالعمل على تغذية R ، بينما فصل R2 يمنع الدوران الأمامي .

نلاحظ في هذه الحالة أنه يجب إيقاف المحرك أولاً ثم عكس الاتجاه

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

١- ما مميزات استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة ؟

٢- وضح بالرسم مكونات الحاكم المنطقى المبرمج واشرح بالتفصيل كل جزء من أجزائه

٣- ما أنواع الذاكرة؟ وما هو استخدام كل نوع منها؟

السؤال الثاني

باستخدام المتممات والمرحلات ارسم دوائر التحكم التالية:

١- دائرة التحكم في المحرك

٢- دائرة التحكم في أكثر من محرك

٣- دائرة عكس حركة المحرك

تقنية التحكم المبرمج

برمجة الحاكم المنطقي المبرمج

الجدارة: كتابة برامج التحكم بالطرق الثلاثة المختلفة على جهاز الحاكم المنطقي المبرمج

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:

كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة المخطط السلمي

كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة الخريطة الدالية

كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة قائمة الإجراءات

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة: دوائر كهربائية - ٢

الوحدة الرابعة : برمجة الحاكم المنطقي المبرمج PLC Programming

لتنفيذ عملية تحكم معينة باستخدام الحاكم المنطقي المبرمج فإنه يتم تقسيم خطوات الحل إلى أربع مراحل متعاقبة كما يلي :

١ - الدراسة المبدئية :

تعتبر هذه الخطوة من أهم مراحل الحل حيث إن الدراسة الوافية للمشكلة تمثل أهمية بالغة ويترتب عليها نجاح المبرمج في تنفيذ البرنامج وفي هذه الدراسة يجب معرفة البيانات التي تعطي فكرة عن القياسات وعناصر القوى وكيفية عمل وتشغيل الحساسات أو المفعلات وهكذا

٢ - تجهيز قائمة الإجراءات:

أ - دراسة عملية التشغيل وتحديد تتابع خطوات التشغيل

ب- تحديد قائمة بإشارات الدخل والخرج لتنفيذ عملية التشغيل وإعطاء كل منها رمزاً معيناً (Q1وQ2,........ و S1وS2 ....)

ج - تحديد رموز وأرقام مناظرة لهذه الإشارات لاستخدامها في (PLC) كما في جدول (4-1)

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
إلخ... I1 أو I0.1	إشارة الدخلS1
إلخ... I2 أو I0.2	إشارة الدخلS2
إلخ... Q1 أو Q1.1	إشارة الخرج K1
إلخ... Q2 أو Q1.2	إشارة الخرج K2

الجدول (4-1)

ترميز إشارات الدخل والخرج بالرموز المناسبة

٣ - البرمجـــة :

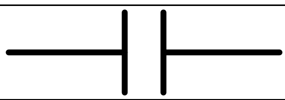
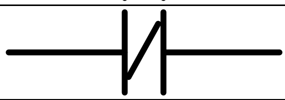
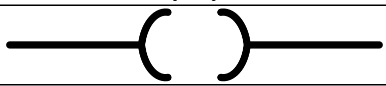
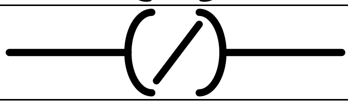
يرتبط اختيار طريقة البرمجة التي تستخدم مع الهدف من التحكم حيث إن الخطوات الرئيسة المختصرة للتحكم في المشكلة المراد حلها يمكننا من اختيار نوع البرمجة المناسب من بين الأنواع الثلاثة:

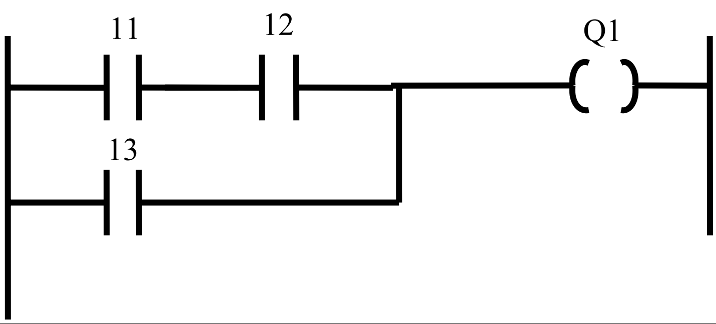
- طريقة المخطط السُّلَّمي LAD (Ladder Diagram): وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يمكن رسم دائرة مسار التيار الكهربي وتستخدم بكثرة في التحكم الكهربائي .
- طريقة الخريطة الدالية CSF (Control System Flow chart): وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يكون لها خريطة سريان Flow chart لتمثل نظاماً تعاقبياً زمنياً.
- طريقة قائمة الإجراءات STL (Statement List method): وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يمكن تمثيلها بمعادلة منطقية .

٤-١ البرمجة بطريقة المخطط السُّلَّمي (LAD)

هذا النوع من البرمجة يتم برسم دائرة تشبه الدائرة الكهربية مع اختلاف أساسي هي أن هذه الدائرة تكون في وضع أفقي وتتكون من خطين رأسيين ويكون الخط الرأسي بالجهة اليسرى ذا قطبين موجبين (أي على اتصال مباشر بمصدر الجهد "موجب") .

بينما يكون الخط الأيمن متصلاً بالأرض ويكون مسار التيار من اليسار إلى اليمين ويستخدم المبرمج في هذه الحالة رموزاً تختلف عن تلك التي تستخدم في الدوائر الكهربية ويوضح الشكل (١) الرموز المستخدمة ومثال على البرمجة باستخدام "LAD"

	نقطة الاتصال عادة مفتوحة
	نقطة الاتصال عادة مغلقة
	وحدة الخرج
	وحدة الخرج معكوسة

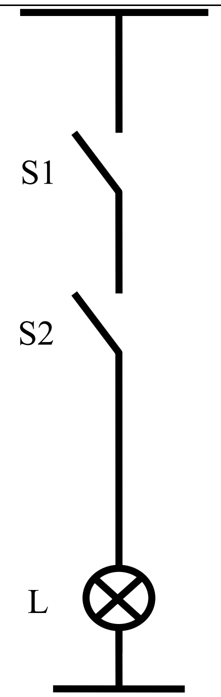


الشكل (4-1)

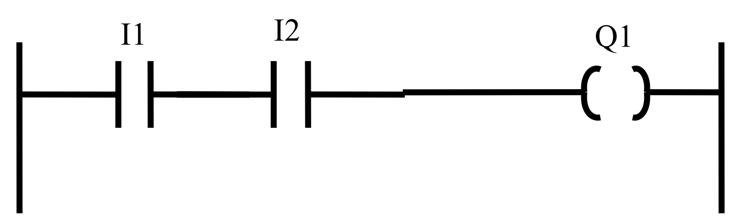
الرموز المستخدمة في المخطط السلمي ومثال على كيفية استخدامها في رسم المخطط السلمي.

أمثلة على كيفية تمثيل الدوائر باستخدام LAD

١ - لنفترض أنه يراد إضاءة المصباح بالضغط على المفتاح S1 , S2 معاً كما في الشكل (4-2) فإنه يمكن تمثيلها بالمخطط السُّلّمي LAD الموضح في الشكل (4-3)



الشكل (4-2)
دائرة التحكم



الشكل (4-3)
المخطط السُّلّمي لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-2)

لاحظ أنه تم تحديد الدخل S1 وS2 بالرموز I1 وI2 كما تم تحديد الخرج L بالرمز Q1 ويطلق على هذا التحديد قائمة التخصيص .

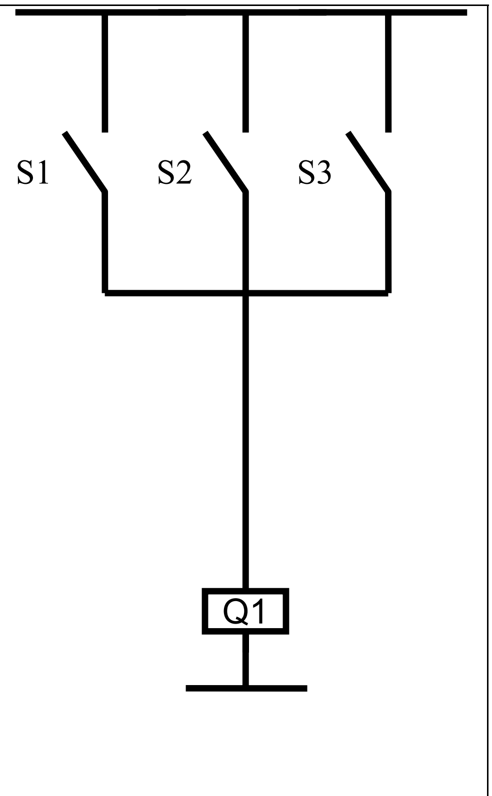
٢ - لنفترض أن لدينا الدائرة الكهربية الممثلة في الشكل (4-4) والتي تحتوي على ثلاث مفاتيح بالضغط على أي منها يتم الحصول على الخرج Q1

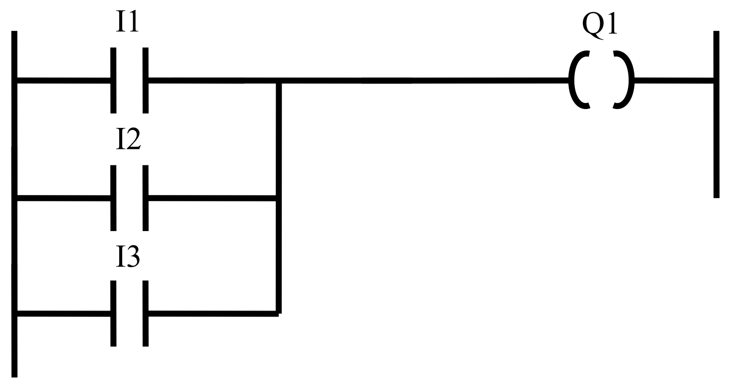
لرسم المخطط السلمي للدائرة نتبع الخطوات التالية:

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخلS1
I2	إشارة الدخلS2
I3	إشارة الدخلS3
Q1	إشارة الخرج Q1

رسم المخطط السلمي LAD كما في الشكل (5-4):





الشكل (4-4)
دائرة التحكم

الشكل (5-4)
المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(5-4)

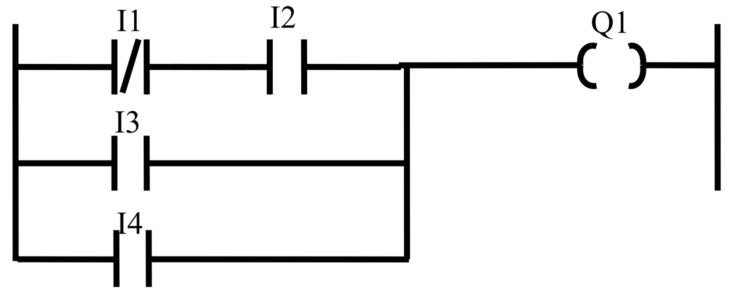
٣ - ارسم المخطط السلمي للدائرة في الشكل (6-4)

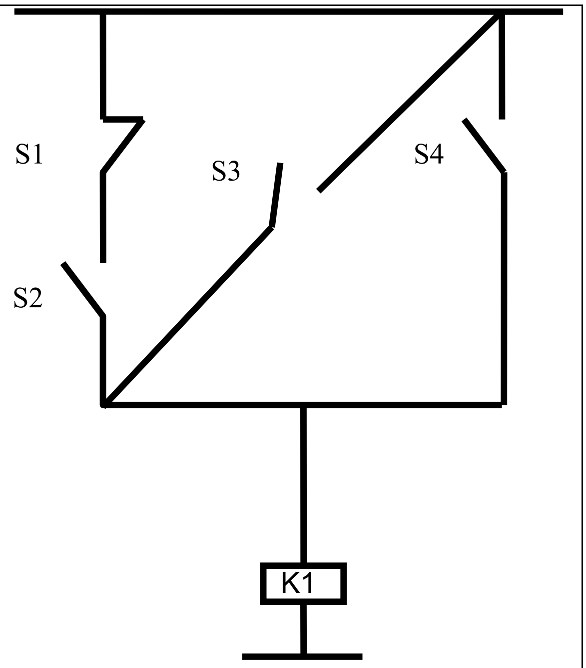
لرسم المخطط السلمي للدائرة نتبع الخطوات التالية:

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخلS1
I2	إشارة الدخلS2
I3	إشارة الدخلS3
I4	إشارة الدخلS4
Q1	إشارة الخرج K1

رسم المخطط السلمي LAD كما في الشكل (4-7):



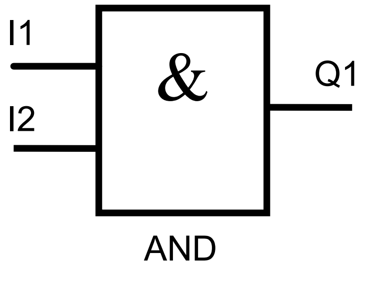


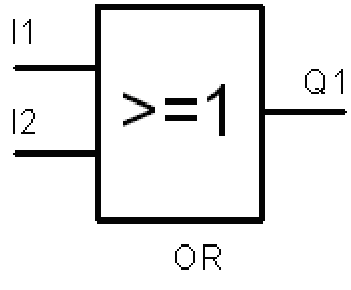
الشكل (4-7)
المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-6)

الشكل (4-6)
دائرة التحكم

٤- ٢ البرمجة بطريقة الخريطة الدالية (CONTROL SYSTEM FLOW CHART (CSF

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام البوابات المنطقية الأساسية باستخدام رموز المربعات كما هو موضح في الشكل (4-8) ويطلق على هذه الطريقة أيضاً طريقة البرمجة بالتمثيل الوظيفي







الشكل (4-8)

البوابات المنطقية المستخدمة في بناء الخريطة الدالية

أمثلة على البرمجة بطريقة الخريطة الدالية (CSF)

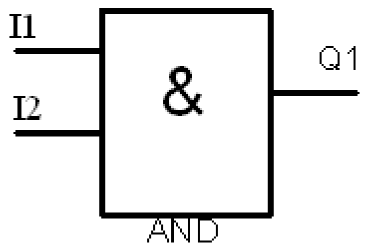
مثال (4-1) - أوجد الخريطة الدالية للشكل (4-9)

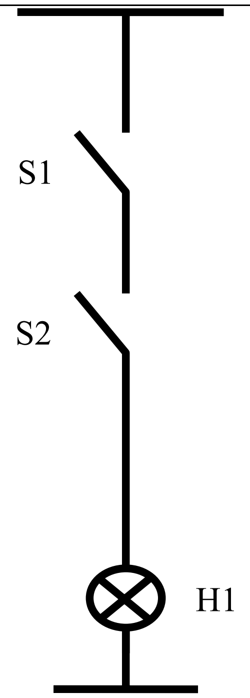
الحل

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخلS1
I2	إشارة الدخلS2
Q1	إشارة الخرج H1

الخريطة الدالية كما في الشكل (4-10)





الشكل (4-10)
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-9)

الشكل (4-9)
دائرة التحكم

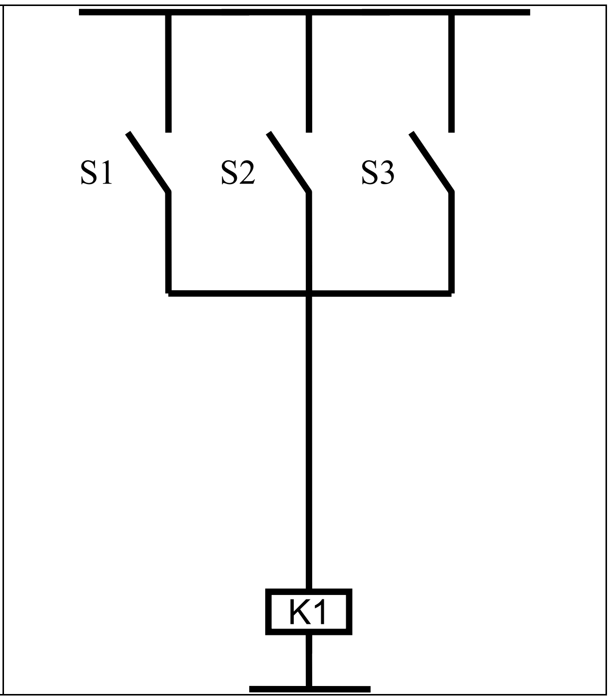
مثال (4-2) - أوجد الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل (4-11)

الحل

قائمة التخصيص:

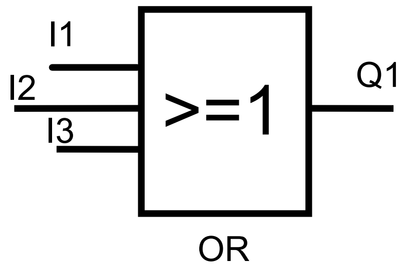
الرمز المستخدم في دائرة التحكم	الرمز المناظر في PLC
إشارة الدخلS1	I1
إشارة الدخلS2	I2
إشارة الدخلS3	I3
إشارة الخرج K1	Q1

الخريطة الدالية كما في الشكل (4-12)



الشكل (4-11)

دائرة التحكم



الشكل (4-12)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الشكل(4-11)

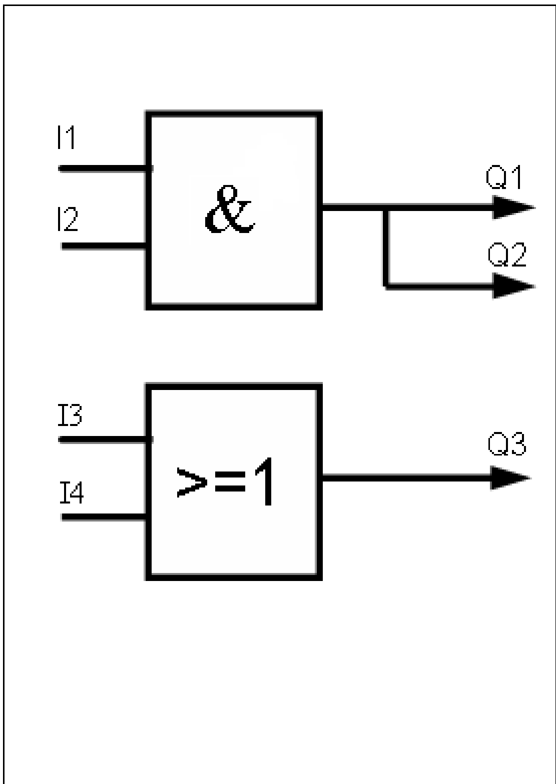
مثال (4-3)- أوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة بشكل (4-13)؟

الحل

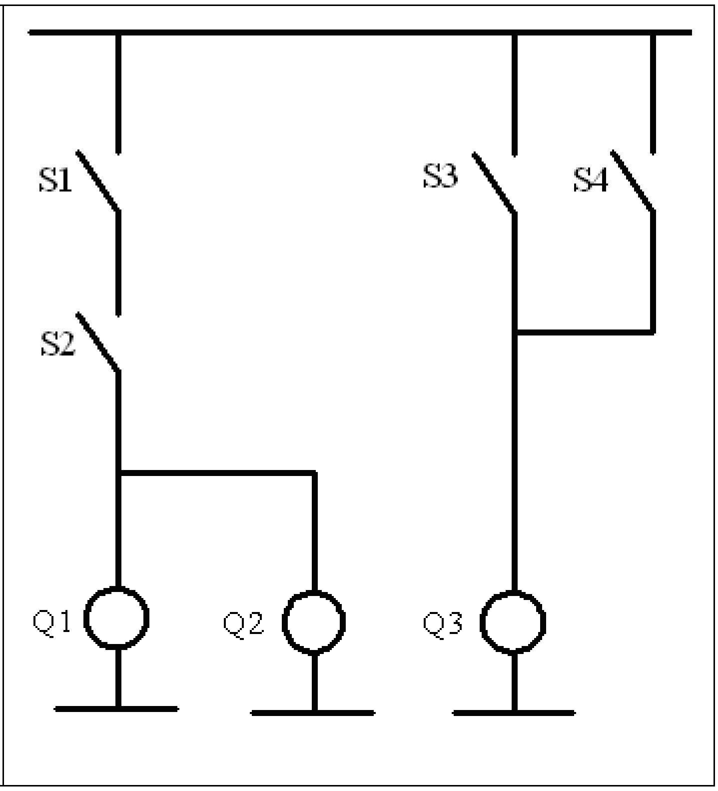
قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخل S1
I2	إشارة الدخل S2
I3	إشارة الدخل S3
I4	إشارة الدخل S4
Q1	إشارة الخرج Q1
Q2	إشارة الخرج Q2
Q3	إشارة الخرج Q3

يلاحظ أن رموز الخرج المستخدمة في دائرة التحكم ملائمة للاستخدام مع جهاز PLC لذلك سوف يتم استخدمها كما هو موضح في الخريطة الدالية الشكل (4-14).



الشكل (4-14)
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-13)



الشكل (4-13)
دائرة التحكم

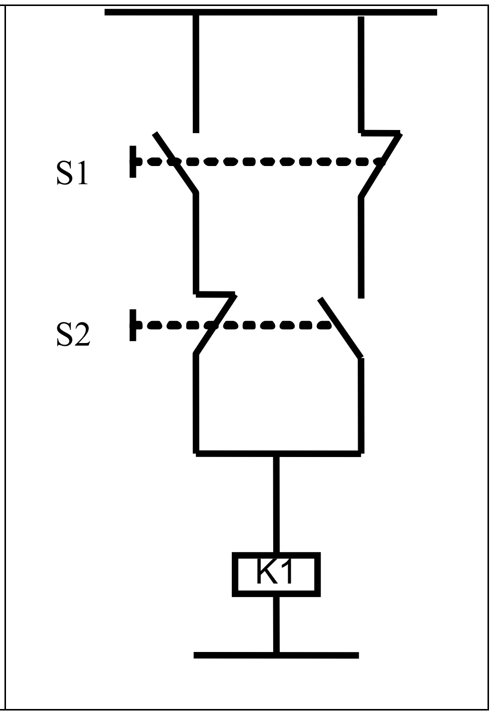
مثال (4-4) - أوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة في شكل (4-15).

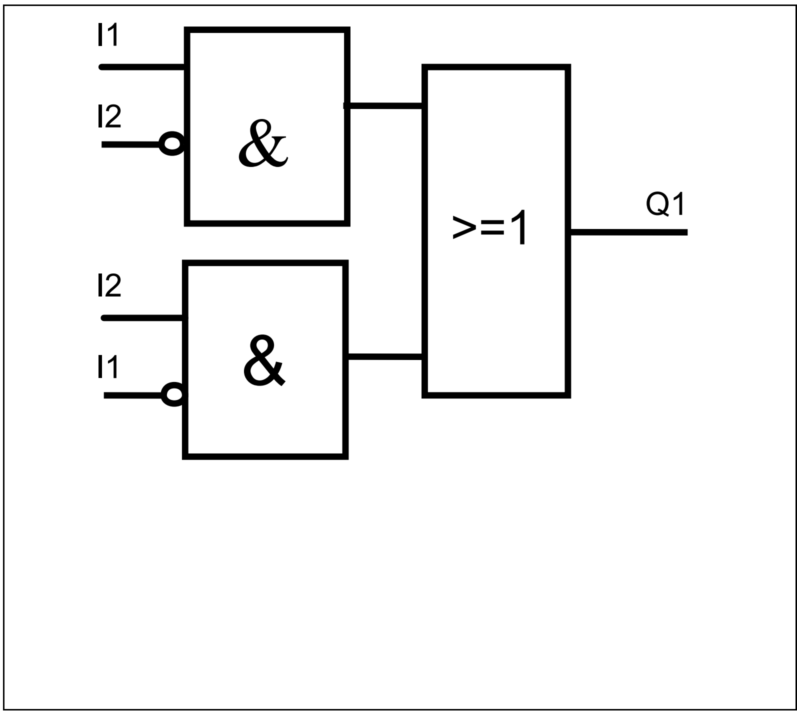
الحل

قائمة التخصيص:

الرمز المستخدم في دائرة التحكم	الرمز المناظر في PLC
إشارة الدخل S1	I1
إشارة الدخل S2	I2
إشارة الخرج K1	Q1

الخريطة الدالية كما في الشكل (4-16)





الشكل (4-15)
دائرة التحكم

الشكل (4-16)
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-15)

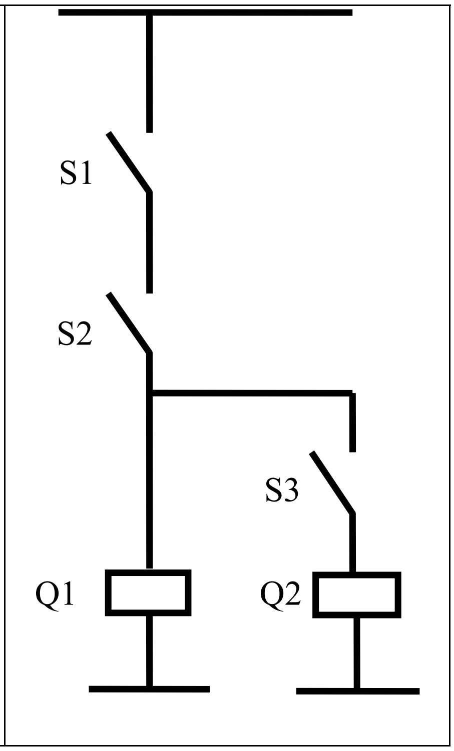
مثال (4-5)- اوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة في شكل (4-17a).

الحل

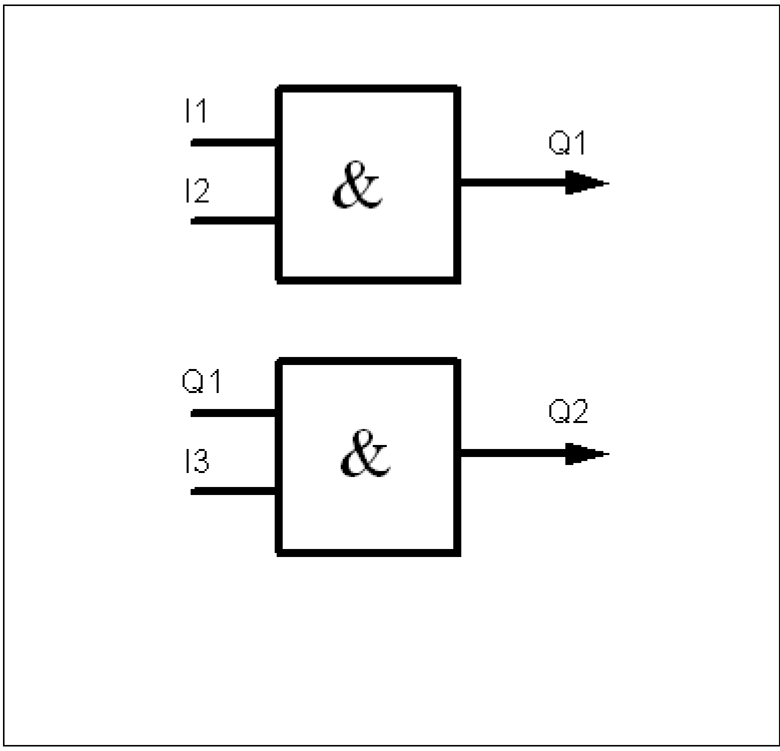
قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخل S1
I2	إشارة الدخل S2
I3	إشارة الدخل S3

يلاحظ أن رموز الخرج المستخدمة في دائرة التحكم ملائمة للاستخدام مع جهاز PLC لذلك سنستخدمها كما هو موضح في الخريطة الدالية الشكل (4-17b).

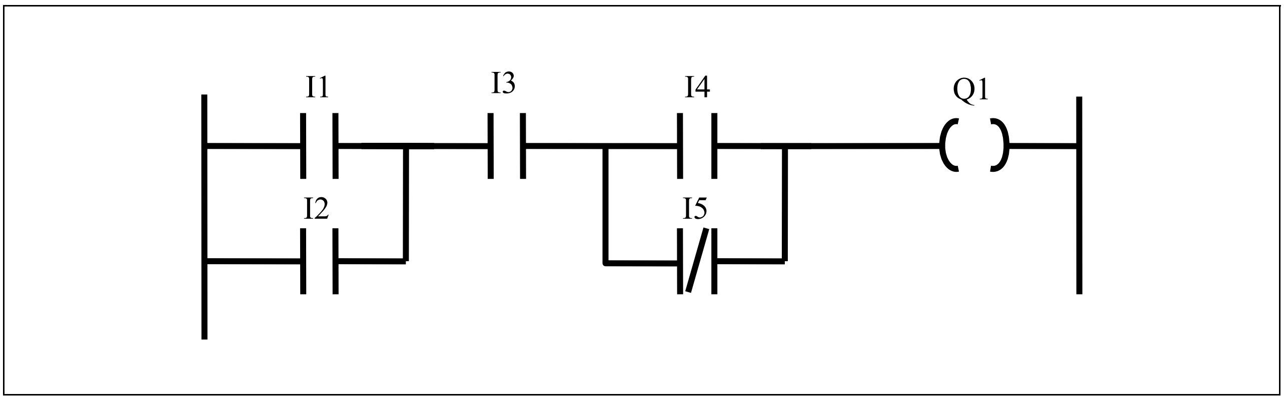


الشكل (4-17a)
دائرة التحكم



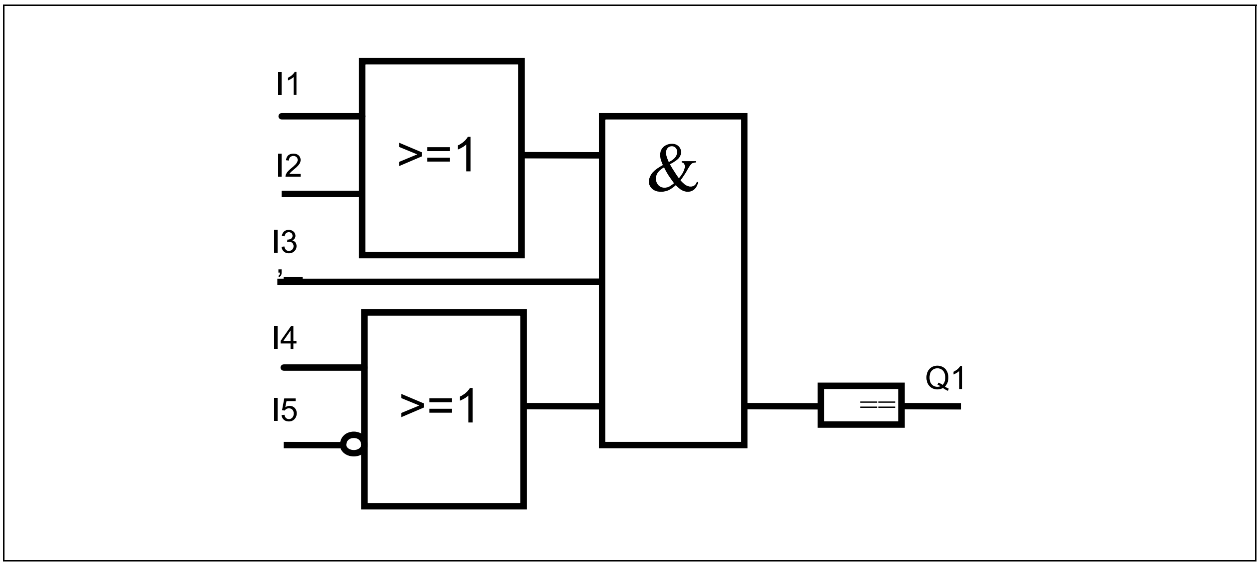
الشكل (4-17b)
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في الشكل(4-17a)

مثال (4-6)- حول المخطط السلمي الموضح في الشكل (4-18) إلى CSF



الشكل (4-18)

الخريطة الدالية موضحة في الشكل (4-19)



الشكل (4-19)

٤- ٣ البرمجة بطريقة قائمة الإجراءات(STATEMENT LIST METHOD (STL

تختلف هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين حيث لا تستخدم أي مخططات أو رسومات بل يتم التعبير عنها برموز هجائية وتتكون من خطوط إجرائية منفصلة لتكون القائمة الكلية ويمكن كتابة تعليق على يمين خط الإجراء ليصف هذا الإجراء وما يتم به .

وعادة يتم ترقيم الخطوط الإجرائية في قائمة الإجراءات وحيث إن مجموعة الخطوط الإجرائية تشمل الشروط وخطوات التنفيذ المطلوبة فإنه عادة يتم التعبير عنها برمز هجائي اختصاراً للحالة المطلوب تنفيذها.

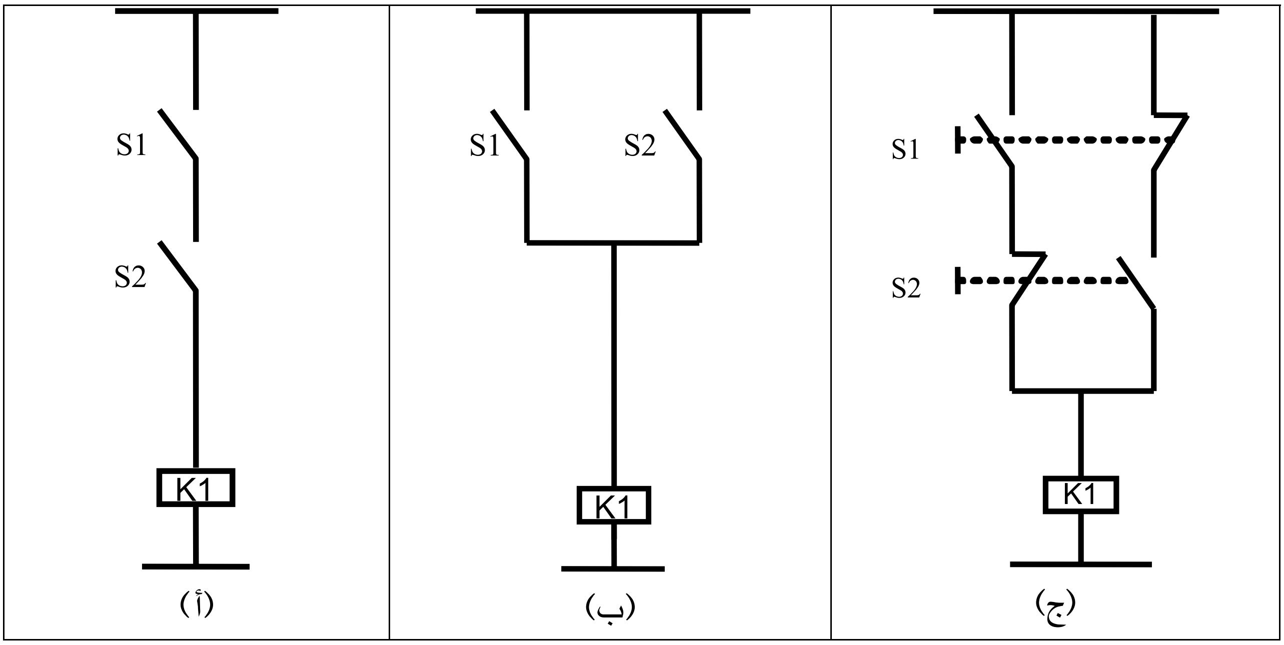
جدول (2-4) يقدم أهم الاختصارات المستخدمة في البرمجة بطريقة STL

الرمز	الوظيفة
A	تعبر عن الدائرة AND
O	تعبر عن الدائرة OR
N	تعبر عن الدائرة NOT
AN	تعبر عن نفي داخل الدائرة AND
XO	تعبر عن الدائرة XOR عدم التكافؤ
=	تعبر عن يساوي .
(	بدء البرمجة على التوازي (فتح قوس)
)	نهاية البرمجة على التوازي (قفل قوس)
BE	نهاية البرنامج .

الجدول (2-4)

أهم الاختصارات المستخدمة في البرمجة بطريقة STL

مثال (7-4)- اكتب برنامج التحكم بطريقة STL لدائرة التحكم الموضحة في شكل (20-4) .



الشكل (20-4)

الحل

أولا : الشكل(أ)

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخل S1
I2	إشارة الدخل S2
Q1	إشارة الخرج K1

البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات:

المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I1	A	00
I2	A	01
Q1	=	02
	BE	03

جدول (3-4) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم الشكل (20-4) (أ)

ثانيا : الشكل (ب)

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخل S1
I2	إشارة الدخل S2
Q1	إشارة الخرج K1

البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات :

المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I1	A	00
I2	O	01
Q1	=	02
	BE	03

جدول (4-4) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم الشكل (20-4) (ب)

ثالث: الشكل (ج)

قائمة التخصيص:

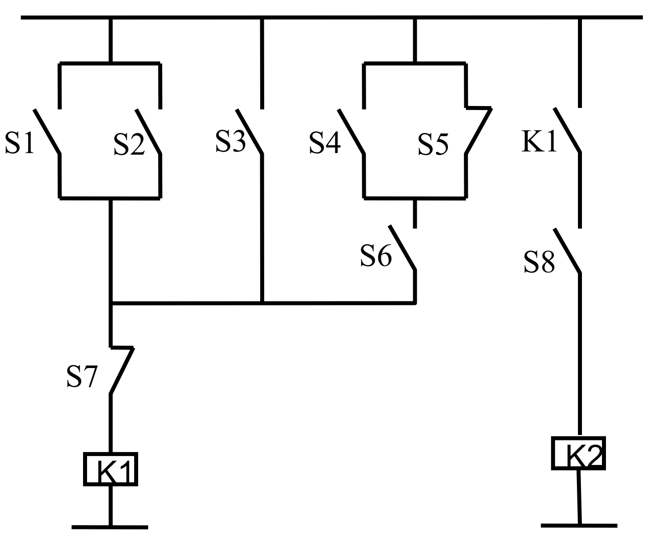
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I1	إشارة الدخل S1
I2	إشارة الدخل S2
Q1	إشارة الخرج K1

البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات:

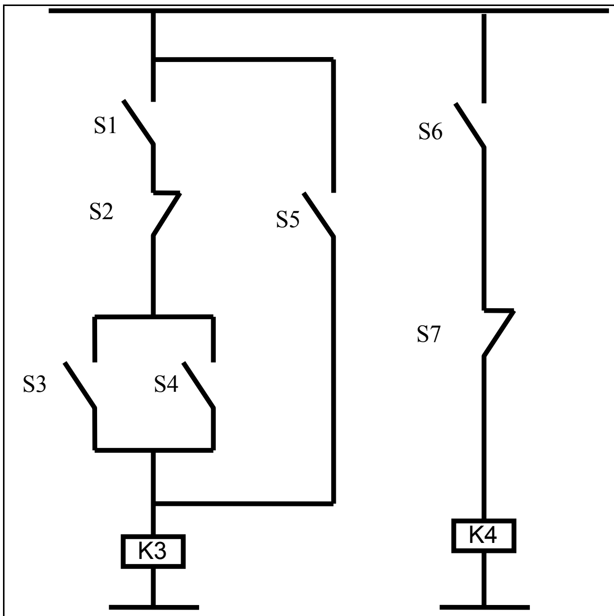
المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I1	A	00
I2	AN	01
	O(	
I1	AN	
I2	A	
	)	
Q1	=	02
	BE	03

الجدول (5-4) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم الشكل (20-4) (ج)

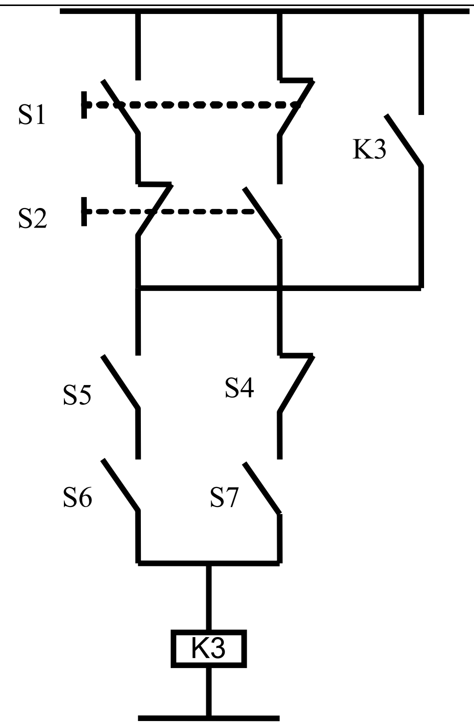
١ - ارسم المخطط السلمي والخريطة الدالية لدوائر المسار الموضحة في الأشكال التالية :



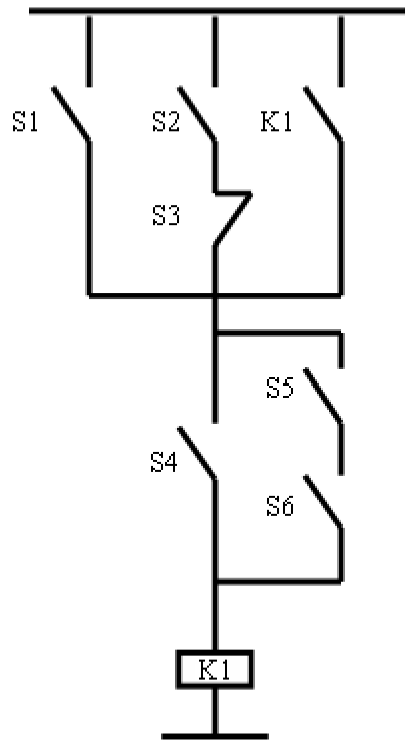
الشكل (4-21)



الشكل (4-22)

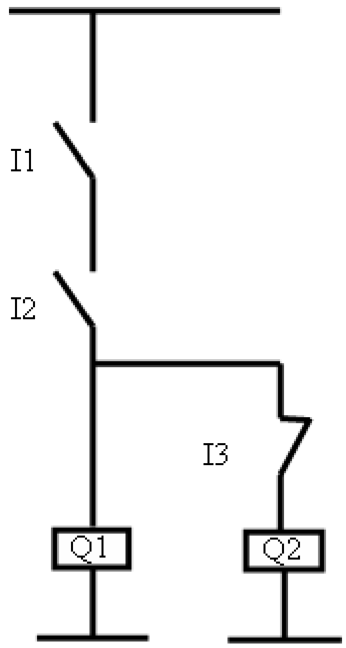


الشكل (4-23)

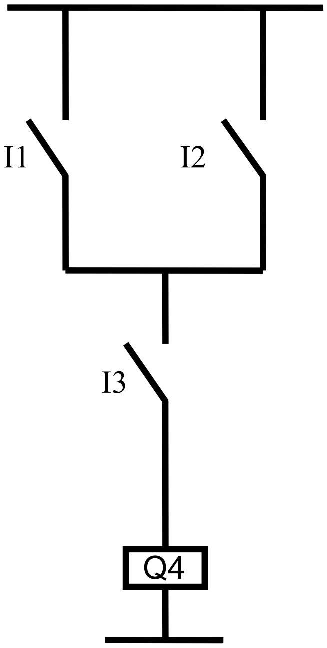


الشكل (4-24)

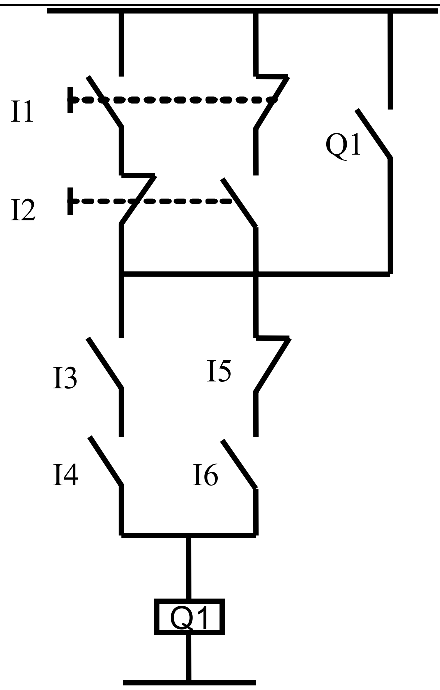
٢ - ارسم المخطط السلمي واكتب برنامج قائمة الإجراءات لكل من الأشكال الآتية:



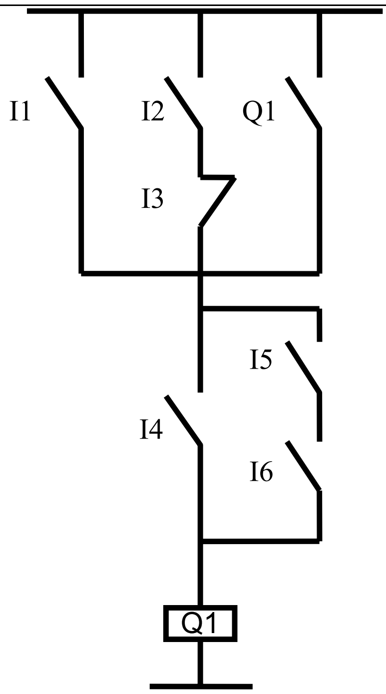
الشكل (4-25)



الشكل (4-26)



الشكل (4-27)



الشكل (4-28)

تقنية التحكم المبرمج

الدوال الأساسية

الجدارة: كتابة برامج التحكم على الحاكم المنطقي المبرمج باستخدام الدوال الأساسية

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من كتابة برامج التحكم باستخدام الدوال مثل:

١. دالة الإبقاء والإلغاء
٢. دالة التخزين
٣. المزمنات
٤. العدادات
٥. دالة القفز
٦. المقارنات.

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة: الدوائر الكهربائية - ٢

الوحدة الخامسة : الدوال الأساسية

في الوحدة السابقة درسنا طرق البرمجة المختلفة وفي هذه الوحدة سنتناول بعض الدوال الأساسية والدوال المساعدة التي تستخدم بكثرة في عملية البرمجة.

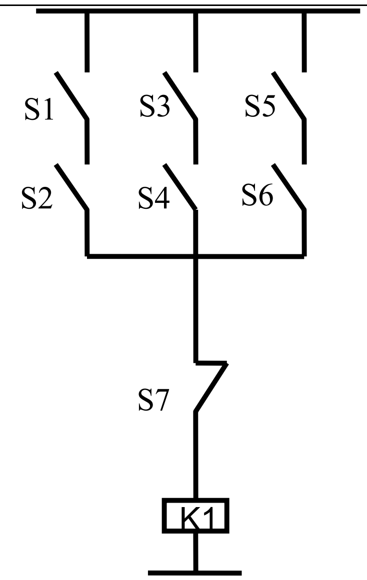
٥- ١ دالة التخزين (FLAGS (F أو MARKER (M)

في نظام التحكم بالمرحلات تستخدم بعض الملامسات أو المرحلات لأغراض ثانوية أو مساعدة وفي هذه الحالة تستخدم للعمليات المتوسطة بين الدخل والخرج ، وفي نظام التحكم باستخدام PLC تستخدم دالة التخزين أو الاستدلال للتعبير عن هذه العملية المتوسطة والنقاط المستخدمة لهذاالغرض تسمى (FLAGS) وهي عناصر ذاكرة إلكترونية لها أماكن خاصة بوحدة التحكم المركزية CPU ، وعند استخدام هذه العناصر FLAGS فإن البرنامج يتم تجزئته، وبالتالي تبسيطه إلى مجموعة من البرامج الصغيرة .

وتعنون دالة الاستدلال أو التخزين بالحرف F وتبدأ من F 0.0 إلى F 0.7 وهكذا وفي بعض الأحيان يرمز لها بالرمز (M) .

مثال 5-1: اكتب البرنامج المنفذ لدائرة التحكم المبينة في الشكل (5-1) وذلك بطريقتي المخطط السُّلَّمي وقائمة الإجراءات باستخدام دالة التخزين

الحل



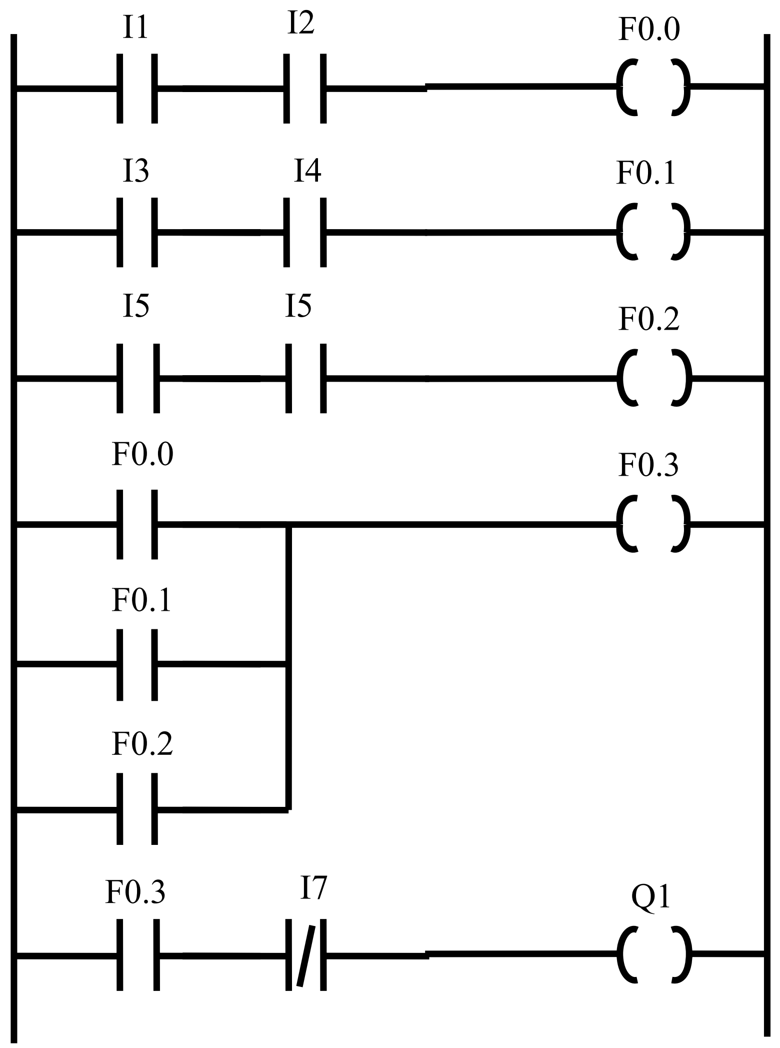
قائمة التخصيص	
S1	I1
S2	I2
S3	I3
S4	I4
S5	I5
S6	I6
S7	I7
K1	Q1

الشكل (5-1)

لرسم المخطط السلمي وقائمة الإجراءات باستخدام دالة التخزين فإنه توجد طرق مختلفة للعنونه .وفي هذا المثال سوف نستخدم العنونة باستخدام الحرف F ابتداء من F 0.0 ثم نكرر الحل مرة أخرى باستخدام الحرف M ابتداء من M1

أولاً : باستخدام العنوان F :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في الشكل (5-2)



A	I1
A	I2
=	F 0.0
A	I3
A	I4
=	F 0.1
A	I5
A	I6
=	F 0.2
A في بعض PLC تبدأ أفرع التوازي ب O بدلاً من A	F 0.0
O	F 0.1
O	F 0.2
=	F 0.3
A	F 0.3
AN	I7
=	Q 1
BE	

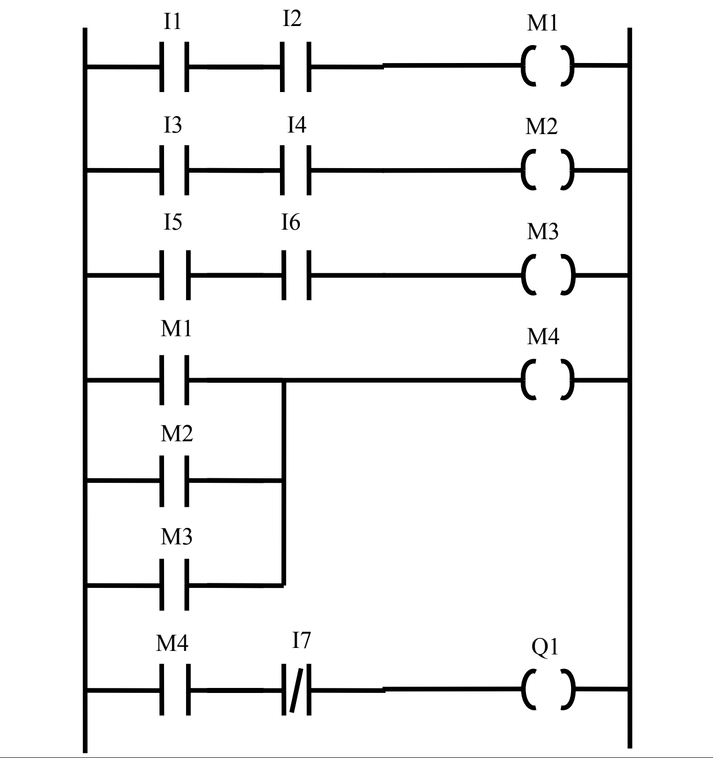
الشكل (5-2) المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في شكل (5-1)

الجدول (5-1) قائمةالإجراءات لدائرة التحكم(5-1)

٢ - قائمة الاجراءات: الجدول (5-1) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

ثانياً : باستخدام العنوان M :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في الشكل (5-3)



الشكل (5-3)

A	I1
A	I2
=	M1
A	I3
A	I4
=	M2
A	IS
A	I6
=	M3
A	M1
O	M2
O	M3
=	M4
A	M4
AN	I7
=	Q1
BE	

الجدول (5-2)

قائمةالإجراءات لدائرة التحكم(5-1)

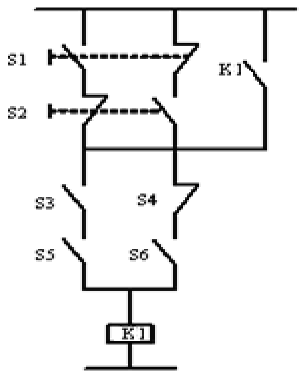
المخطط السلمي لدائرة التحكم الشكل (5-1)

٢- قائمة الإجراءات: جدول (5-2) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات.

مثال (5-2) : ارسم المخطط السلمي وقائمة الإجراءات والخريطة الدالية لشكل (5-4) مستخدماً دالة التخزين ؟

الحل:

سوف يتم حل هذا المثال مرتين الأولى باستخدام دالة التخزين F والثانية باستخدام دالة التخزين M، وقبل البدء في الحل نبدأ أولا بإعداد قائمة التخصيص كما يلي:

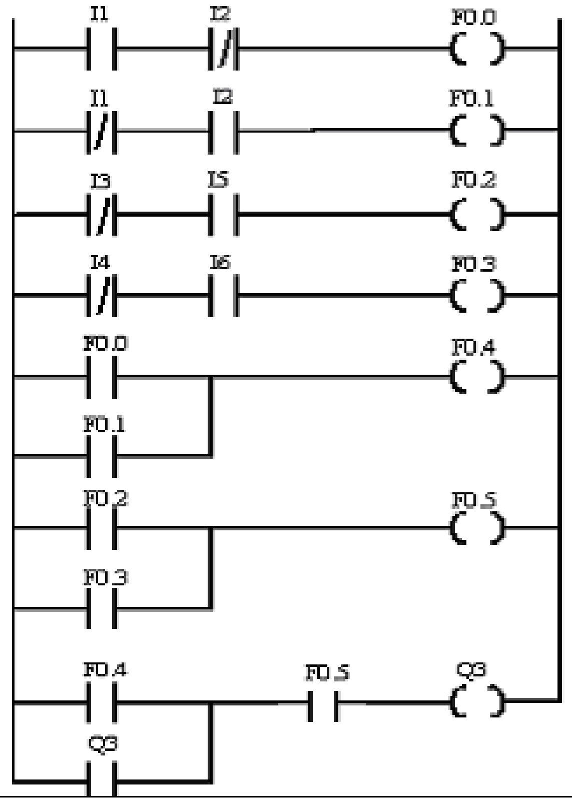


قائمة التخصيص	
S1	I1
S2	I2
S3	I3
S4	I4
S5	I5
S6	I6
K1	Q1

الشكل (5-4)

أولاً : باستخدام العنوان F :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في الشكل (5-2)



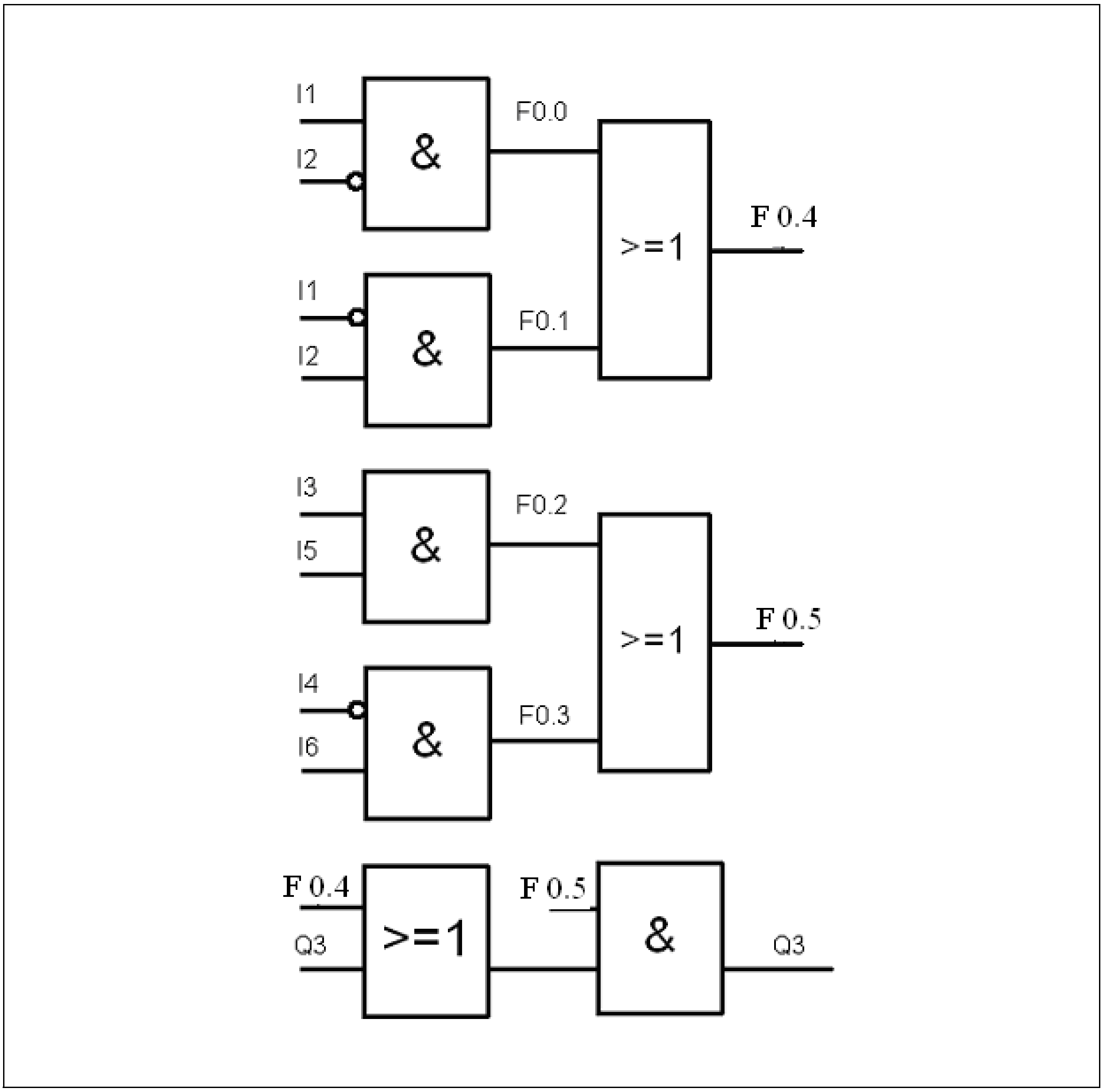
A	I1
AN	I2
=	F 0.0
AN	I1
A	I2
=	F 0.1
A	I3
A	IS
=	F 0.2
AN	I4
A	I6
=	F 0.3
A	F 0.0
O	F 0.1
=	F 0.4
A	F 0.2
O	F 0.3
=	F 0.5
A	F 0.4
O	Q 3
A	F 0.5
=	Q3
BE	

الشكل (5-5) المخطط السلمي لدائرة التحكم الشكل(5-4)

الجدول (5-3) قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الشكل(5-4)

٢ - قائمة الإجراءات: الجدول (5-3) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

٣- الخريطة الدالية CSF: الشكل (5-6) يقدم الخريطة الدالية



الشكل (5-6)

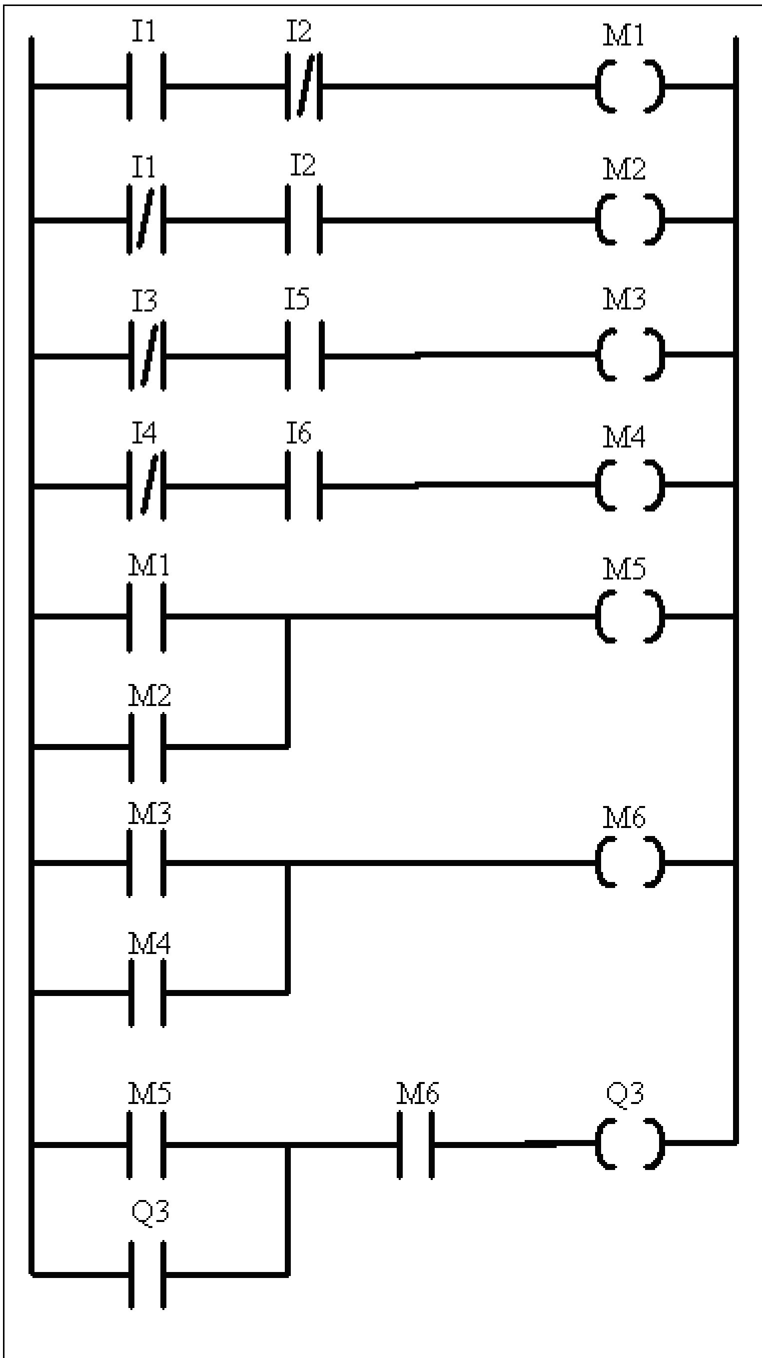
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل (5-4)

ثانياً : باستخدام العنوان M :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في الشكل (5-7)

٢ - قائمة الإجراءات: الجدول (5-4) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

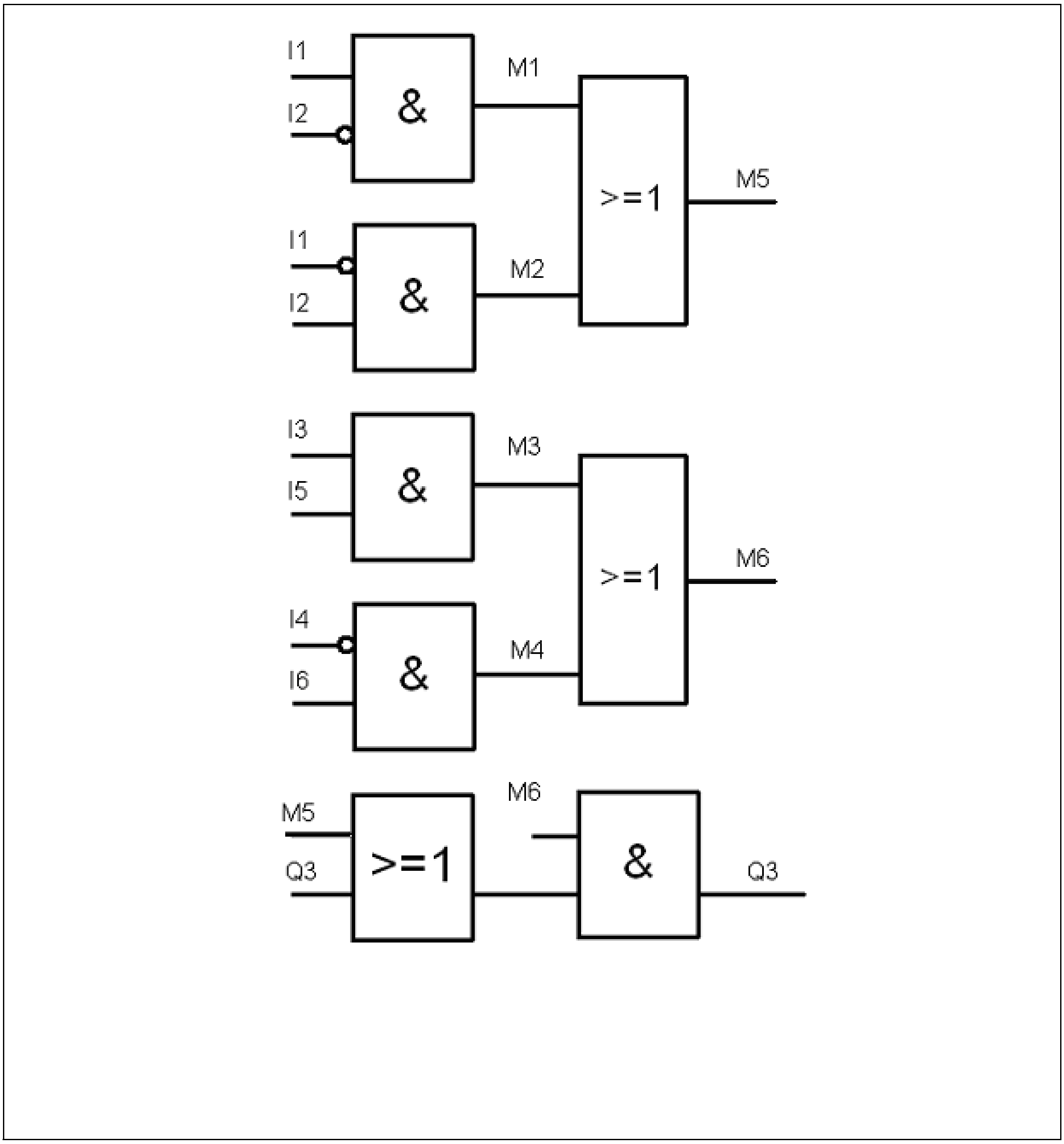
- الخريطة الدالية CSF: الشكل (5-8) يقدم الخريطة الدالية



A	I1
AN	I2
=	M1
AN	I1
A	I2
=	M2
A	I3
A	I5
=	M3
AN	I4
A	I6
=	M4
A	M1
O	M2
=	M5
A	M3
O	M4
=	M6
A	M5
O	Q3
A	M6
=	Q3
BE	

الجدول (5-4)
قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الشكل(5-4)

الشكل (5-7)
المخطط السلمي لدائرة التحكم الشكل(5-4)



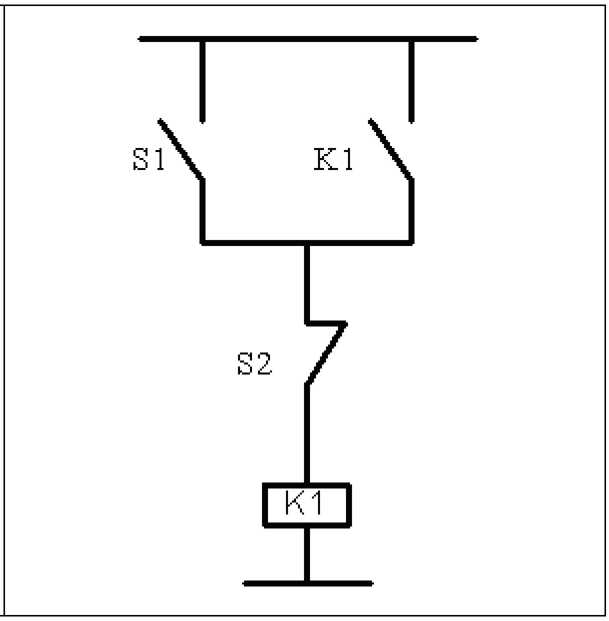
الشكل (5-8)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل (5-4)

٥- ٢ دالة الإبقاء والإلغاء (القلاب SET/RESET)

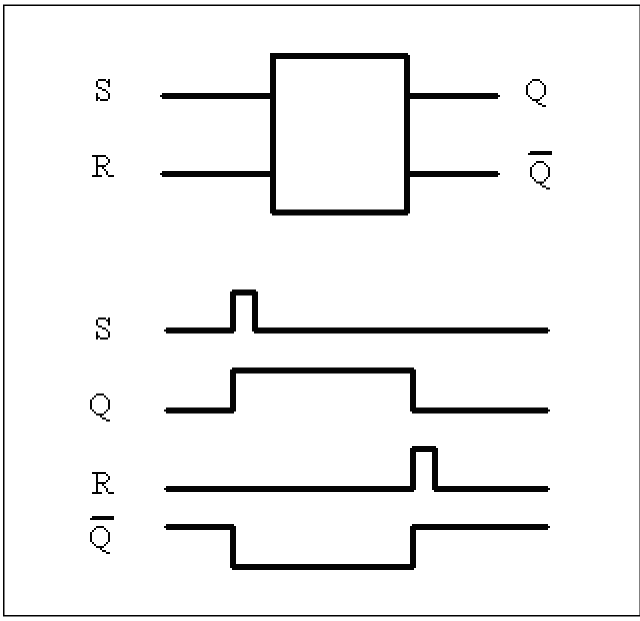
تستخدم دالة الإبقاء والإلغاء القلاب SR (الشكل (5-9)) في المحافظة على حالة توصيل عند نقطة خرج معين مثل Q أو إلغاء هذا التوصيل فإذا استخدمنا SET يتم المحافظة على حالة التوصيل ON ، أما إذا استخدمنا RESET يتم إلغاء هذه الحالة وهذه الدالة مفيدة جداً حيث إنه باستخدام إشارة دخل

قصيرة جداً في زمنها يمكننا جعل الخرج أو مكاناً معيناً في الذاكرة في حالة ON لفترة طويلة حتى تأتيه إشارة أخرى لعمل RESET .



الشكل (5-10)

دائرة الإمساك (Latch Circuit)



الشكل (5-9)

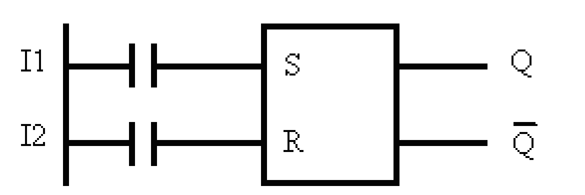
رسم لتوضيح عمل دالة الإبقاء والإلغاء

في نظم التحكم بالملامسات فإن الدائرة المبينة في الشكل (5-10) تمثل دائرة الإمساك ، حيث إنه عند الضغط على S1 يتم تشغيل الملامس K1 ويبقي ذاتياً في حالة ON وهي تمثل حالة SET وعند الضغط على S2 يلغى التوصيل وهي تمثل حالة RESET ، ويمكن تمثيل دالة الإبقاء والإلغاء بطرق البرمجة الثلاثة بعد تحديد قائمة التخصيص كما يلي :

قائمة التخصيص	
I1	S1
I2	S2
Q1	K1

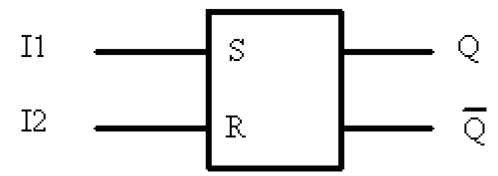
١ - بطريقة **CSF** (الخريطة الدالية)

الشكل (5-11) يبين البرنامج بطريقة الخريطة الدالية CSF



الشكل (5-12)

تنفيذ دالة الإبقاء والإلغاء باستخدام LAD



الشكل (5-11)

تنفيذ دالة الإبقاء والإلغاء باستخدام CSF

٢ - بطريقة المخطط السلمي　　LAD

الشكل (5-12) يبين البرنامج بطريقة المخطط السلمي

٣ - بطريقة قائمة الإجراءات　　STL

الجدول (5-5) يبين البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات

A	I1
S	Q1
A	I2
R	Q1
BE	

الجدول (5-5)

قائمةالإجراءات لدائرة الإبقاء والإلغاء

٥- ٣ المزمنات　　TIMERS

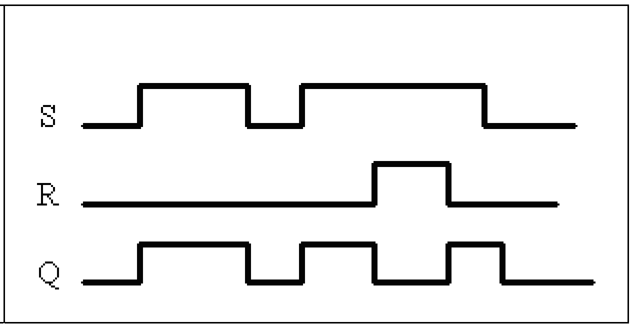
تعتبر المزمنات من أهم العناصر المستخدمة في العمليات الصناعية (عمليات التحكم) ووظيفة المزمنات الأساسية في عمليات التحكم هو الحصول على تأخير زمن التوصيل لفترة معينة TIME "DELAY ON" كما أن هناك بعض الوظائف للمزمنات يمكن الحصول عليها باستخدام TIME "DELAY OFF" ومن العمليات الصناعية التي تحتاج استخدام المزمنات عمليات اللحام عمليات الدهان ومعالجات الحرارة، كما تستخدم في التحكم في أكثر من عملية في نفس الوقت وذلك بتحديد الزمن بين كل عملية وأخرى مثل ضبط الزمن بين إيقاف محرك كهربي وبدء محرك آخر ....الخ.

ويتميز استخدام الـ PLC في عملية التزمين بعدة ميزات منها الدقة الشديدة كما أنه يمكن تغيير قيمة الزمن المضبوط بمجرد تغيير القيمة ولا يحتاج إلى توصيلات معينة .

ويمكن تمثيل المزمن الأساسي في أبسط صورة على شكل مربع كما في الشكل (5-13) .ويتكون من نقطتى الدخل S, R ونقطة خرج Q.

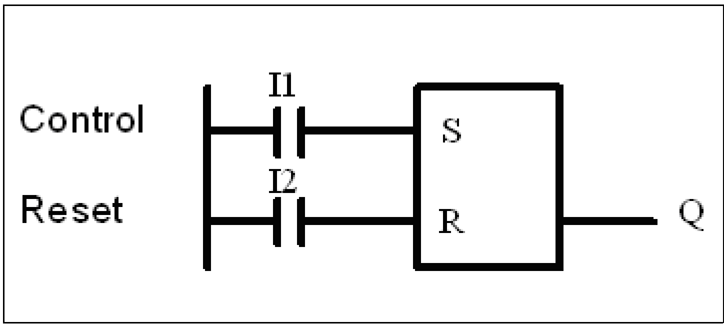
نقطة الدخل S وهو طرف بدء عمل المزمن ويتم عمل بدء المزمن عندما تتغير إشارة الدخل من الحالة "0" إلى الحالة "1"

الدخل R وهو طرف إيقاف المزمن إذا ما تم تغيير حالته من الحالة "0" إلى الحالة "1" والشكل (5-14) الرسم الزمني لبيان كيفية عمل المزمن والتحكم فيه من خلال طرفي الدخل R, S.



الشكل (5-14)

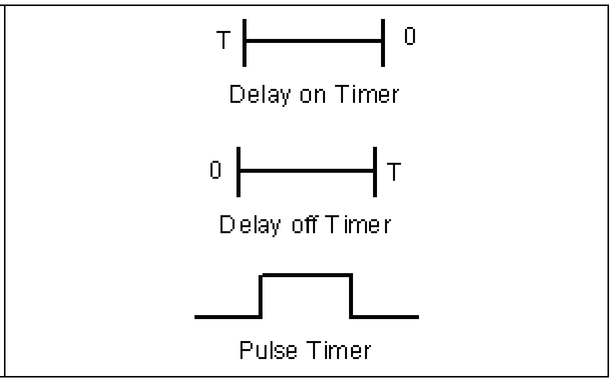
كيفية التحكم في خرج المزمن باستخدامR, S



الشكل (5-13)

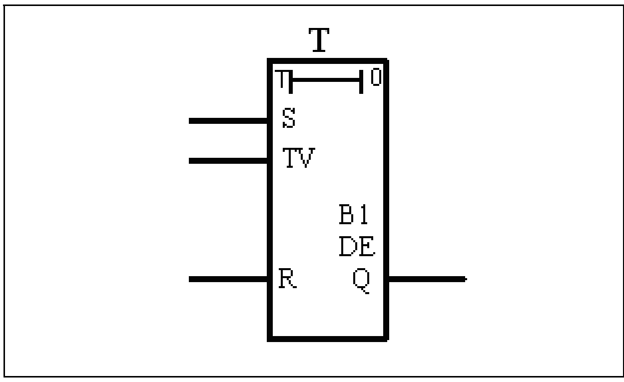
الرسم التخطيطي لمزمن

١. ويمكن تمثيل المزمن بصفة عامة كصندوق له مجموعة مداخل ومجموعة مخارج، كما هو مبين في الشكل (5-15) موضح عليه بعض البيانات التي توضح خصائص عمله وهي كالتالي:.
٢. الطرف S هو دخل المزمن .
٣. الطرف R هو دخل المزمن .
٤. الطرف TV يوضح الفترة الزمنية التي يتم تحديدها مسبقاً ليعمل خلالها المزمن
٥. العنوان T1 وهذا الرمز يبين رقم المزمن في الجهاز .
٦. نوع المزمن ويتم التعرف على نوع المزمن من الرمز المكتوب داخل أعلى الصندوق الشكل (5-16) بعض أنواع المزمنات من خلال هذا الرمز.
٧. الطرف Q الخراج .
٨. الطرفان B1 وDE يوضحان زمن المزمن بالثنائي والعشري



الشكل (5-16)

رموز بعض أنواع المزمنات

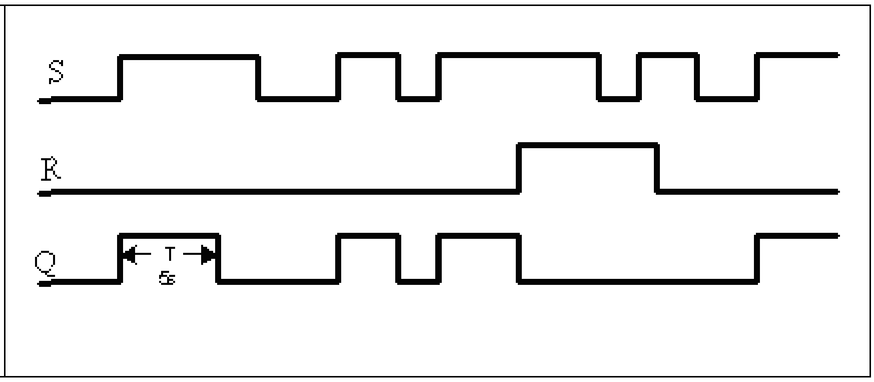


الشكل (5-15)

الرسم التخطيطى لمزمن التشغيل المتأخر

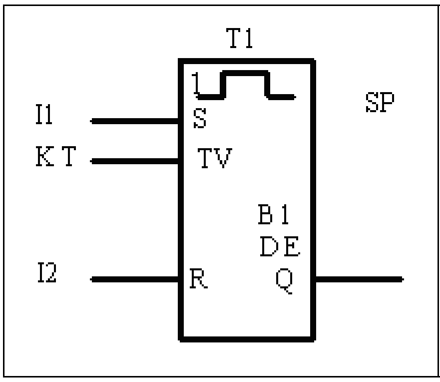
٥- ٣- ١ المزمن النبضي **Pulse Timer (SP)**

يبدأ عمل المزمن النبضي الموضح في شكل (5-17) عندما تتغير إشارة الدخل من "0" إلى "1" طالما لم تأتِ إشارة الإلغاء من "0" إلى "1" على R حتى ينتهي الزمن المحدد الشكل (5-18) يوضح كيفية عمل المزمن وتأثره بإشارات الدخل والخرج.



الشكل (5-18)

المخطط التزامني للمزمن النبضي



الشكل (5-17)

المزمن النبضي

ويمكن تمثيل المزمن النبضي بقائمة الإجراءات كما في الجدول (6-5) :

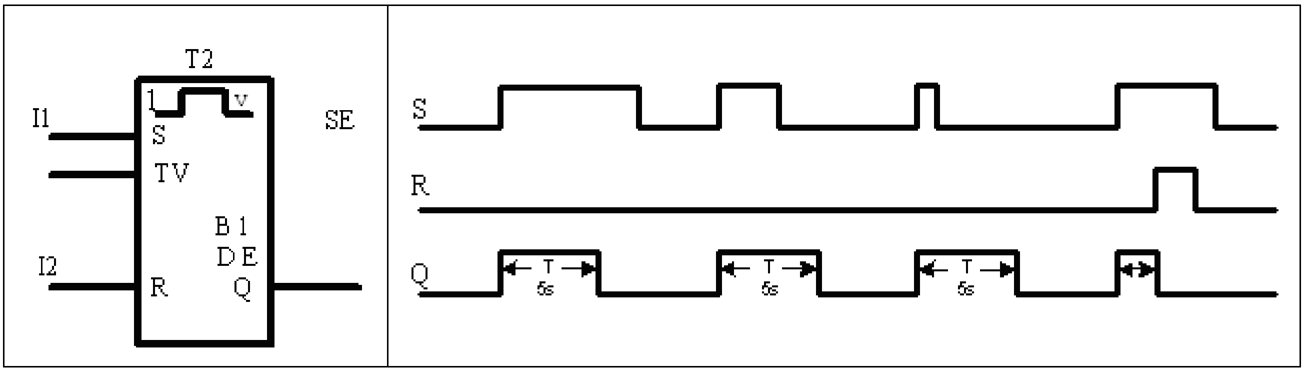
A	I1
L	KT 5.2
SP	T1
A	I2
R	T1

الجدول (6-5)

قائمةالإجراءات للمزمن النبضي

٥- ٣- ٢ المزمن النبضي الممتد Extended Pulse Timer (SE)

نلاحظ في حالة المزمن النبضي أنه عند قطع إشارة الدخل "S" فإن الخرج يتحول إلى "0" أما في حالة المزمن النبضي الممتد والموضح في الشكل (5-19) فإن إشارة الخرج تظل لفترة الزمن المحدد سابقاً حتى لو انقطعت إشارة الدخل كما هو مبين في الشكل (5-20).



الشكل (5-20) الشكل (5-19)

المخطط التزامني للمزمن النبضي الممتد المزمن النبضي الممتد

كما يمكن كتابة قائمة الإجراءات للمزمن كما في جدول (5-7) :

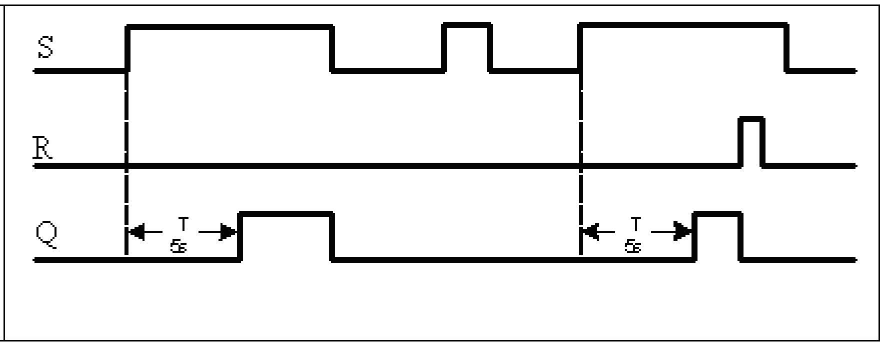
A	I1
L	KT 5.2
SE	T2
A	I2
R	T1

الجدول (5-7)

قائمةالإجراءات للمزمن النبضي الممتد

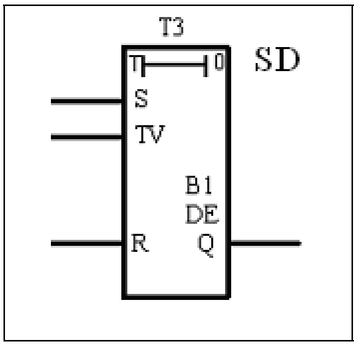
٥- ٣- ٣ مزمن التشغيل المتأخر Delay On Timer (SD)

الشكل (5-21) يبين هذا النوع من المزمنات والذي يتأخر فيه الحصول على إشارة الخرج بعد إشارة الدخل بفترة زمنية محددة سابقاً ويظل الخرج حتى تتغير إشارة الدخل على الطرف S أو تأتي إشارة على الطرف R كما في الشكل (5-22).



الشكل (5-22)

المخطط التزامني لمزمن التشغيل المتأخر



الشكل (5-21)

مزمن التشغيل المتأخر

ويمكن كتابة قائمة الإجراءات للمزمن كما في الجدول (5-8):

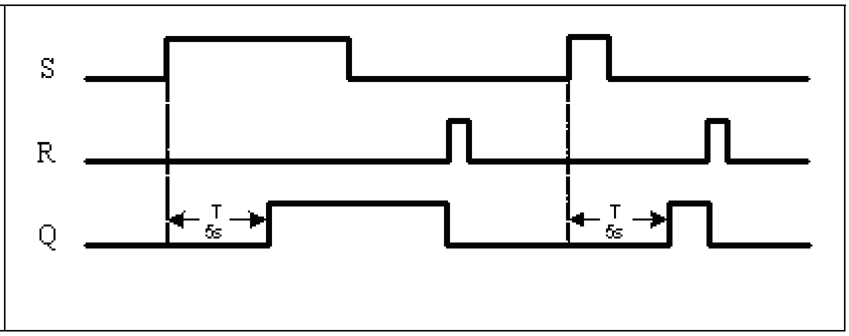
A	I1
L	KT 5.2
SD	T3
A	I2
R	T1

الجدول (5-8)

قائمةالإجراءات لمزمن التشغيل المتأخر

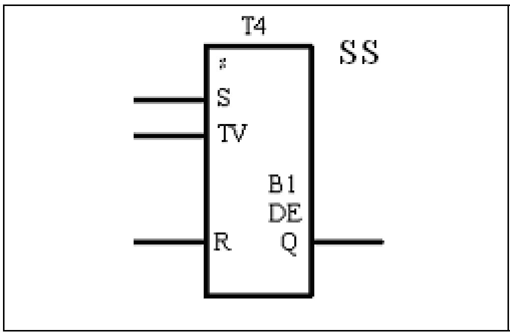
٥- ٣- ٤ مزمن التشغيل المخزن المتأخر (SS) Latched On Delay

في هذا النوع لا يتم إلغاء الخرج إلا بالحصول على إشارة على الدخل R أي أنه بعد إدخال إشارة الدخل S بالفترة الزمنية المحددة يتم الحصول على الخرج ولوحدث بعد ذلك تغيير في إشارة الإدخال S لن يتأثر الخرج. الشكل (5-23) يقدم الرسم التخطيطي لمزمن التشغيل المخزن المتأخر بينما يعرض الشكل (5-24) المخطط التزامني الذي يوضح عمل المزمن.



الشكل (5-24)

المخطط التزامني لمزمن التشغيل المخزن المتأخر



الشكل (5-23)

مزمن التشغيل المخزن المتأخر

الجدول (5-9) يقدم قائمة الإجراءات لهذا النوع من المزمنات.

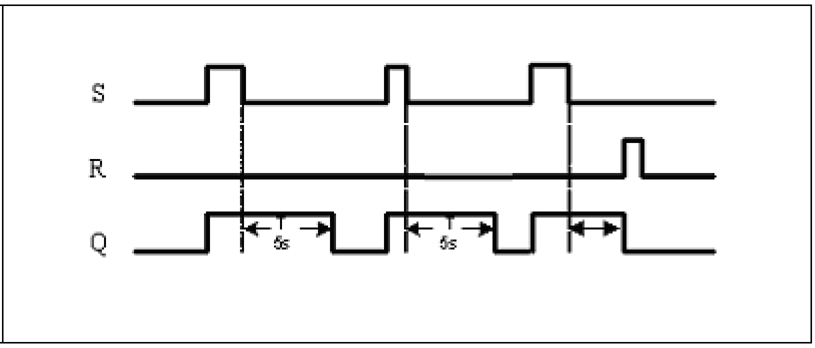
A	I1
L	KT 5.2
SS	T4
A	I2
R	T1

الجدول (5-9)

قائمةالإجراءات لمزمن التشغيل المخزن المتأخر

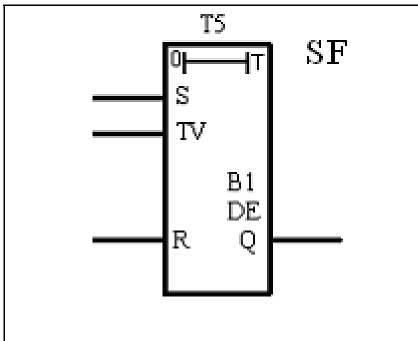
٥- ٣- ٥ مزمن الالغاء المتأخر DELAY OFF (SF)

في هذا النوع من المزمنات والموضح في شكل (5-25) نحصل على إشارة الخرج Q في نفس اللحظة التي يتم فيها تغيير الدخل ”S“ من ”0“ إلى ”1“ وبعد انتهاء إشارة الدخل ”S“ بفترة زمنية محددة سابقاً يتم إلغاء الخرج أي أنه لا يتم إلغاء الخرج بمجرد إلغاء الدخل، أما إذا أتت إشارة للدخل R فيتم إلغاء الخرج فوراً كما هو واضح في الشكل (5-26).



الشكل (5-26)

المخطط التزامني لمزمن الإلغاء المتأخر



الشكل (5-25)

مزمن الإلغاء المتأخر

الجدول (5-10) يوضح قائمة الإجراءات لهذا المزمن:

I1	A
KT 5.2	L
T5	SF
I2	A
T1	R

الجدول (5-10)

قائمةالإجراءات لمزمن الإلغاء المتأخر

٥- ٤ العــدادات COUNTERS

في بعض التطبيقات الصناعية تستخدم العدادات لعدة أغراض منها القيام بعملية العد لمنتج معين في أحد خطوط الإنتاج، كما تستخدم في أغراض التحكم مثل المزمنات وذلك باستخدام التغير الذي يحدث في الخرج من هذه العدادات، .وهناك نوعان من العدادات :

١ - **عداد تصاعدي (CU):** وفيه يتم العد بطريقة تصاعدية من الصفر إلى القيمة المحددة بالعداد .

٢ - **عداد تنازلي (CD)** : وفيه يتم العد بطريقة تنازليه تبدأ من القيمة المحددة للعد حتى الصفر .

ويشبه تمثيل العداد إلى حد كبير تمثيل المزمن كما في الشكل (5-27)حيث يتم تمثيل العداد بمستطيل له عدة مداخل ومخارج ومجموعة من البيانات الموضحة على الرسم كما يلي :

١ - **الطرف CU** : ويستخدم هذا الطرف عندما نستخدم العداد كعداد تصاعدي ويستمر العد في الزيادة حتى القيمة المحددة سلفاً أو حتى الرقم ٩٩٩ ويتوقف العداد عن العد عند وصول إشارة على الطرف RESET .

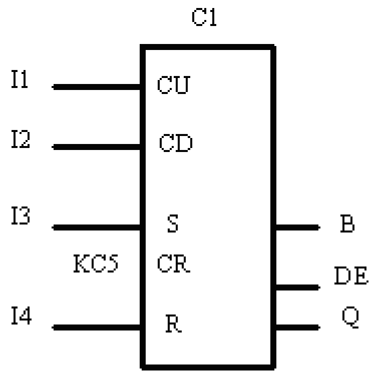
٢ - **الطرف CD**: يستخدم هذا الطرف عندما تستخدم العداد كعداد تنازلي ويستمر العد في التناقص حتى نصل إلى القيمة صفر أو عند وصول إشارة على الطرف "R" .

٣ - **الطرف "S"** وهذا الطرف يستخدم لنقل القيمة المحددة CV حتى يبدأ العد التنازلي منها حتى الصفر .

٤ - **الطرف "R"** ويستخدم هذا الطرف للإلغاء وإيقاف العداد .

٥ - **الطرف CV** وعلى هذا الطرف تكتب القيمة المحددة للعد .

٦ - **الطرف Q** وهو طرف الخرج .

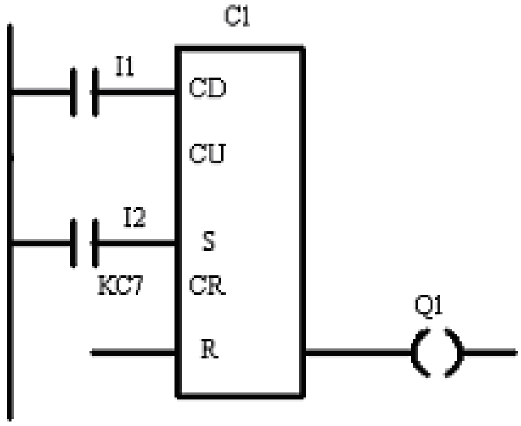


الشكل (5-27)

الرسم التخطيطي لعداد

٥- ٤- ١ استخدام العداد كعداد تنازلي CD

الشكل (5-28) يبين المخطط السلمي عند استخدام العداد كعداد تنازلي بينما يوضح الشكل (5-29) مخطط التزامن لهذا العداد. الجدول (5-11) يقدم قائمة الإجراءات للعداد.



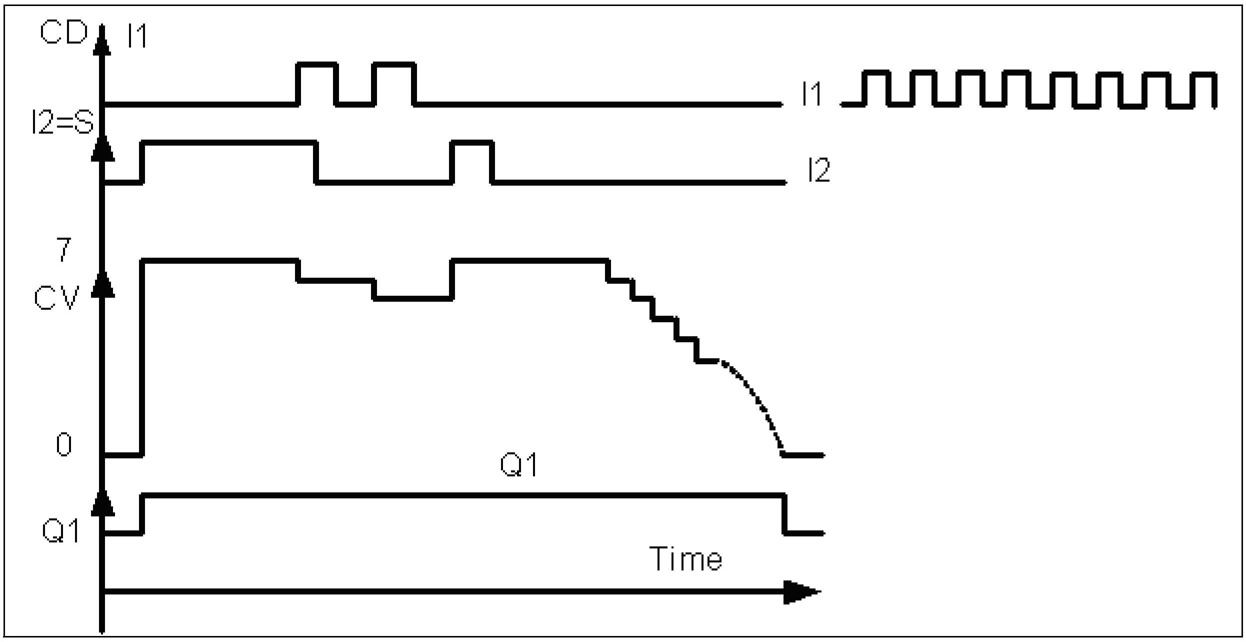
الشكل (5-28)

المخطط السلمي للعداد التنازلي

I1	A
C1	CD
	NOP
KC 7	L
C1	S
	NOP
	NOP
	NOP
C1	A
Q1	=
	BE

الجدول (5-11)

قائمةالإجراءات للعداد التنازلي

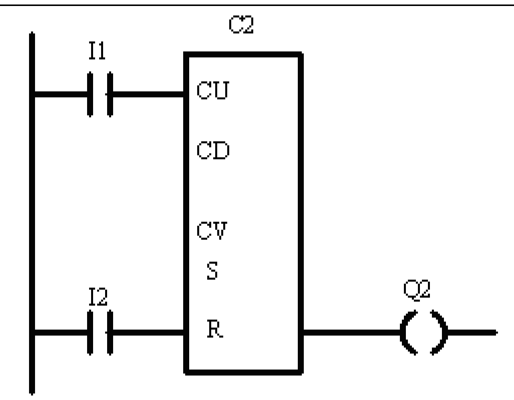


الشكل (5-29)

المخطط التزامني للعداد التنازلي

٥- ٤- ٢ استخدام العداد كعداد تصاعدي CU

الشكل (5-30) يبين المخطط السلمي عند استخدام العداد كعداد تصاعدي بينما يوضح الجدول (5-12) قائمة الإجراءات للعداد والشكل (5-31) يقدم مخطط التزامن لهذا العداد.



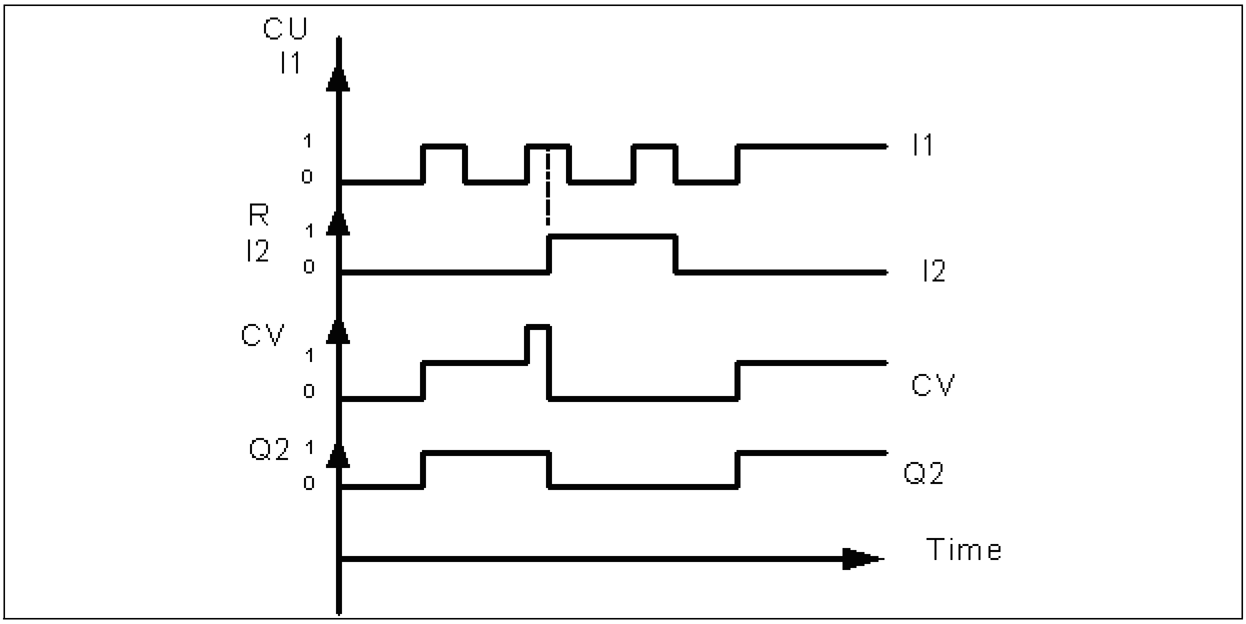
الشكل (5-30)

المخطط السلمي للعداد التصاعدي

A	I1
CU	C2
NOP	
NOP	
NOP	
A	I2
R	C2
NOP	
NOP	
A	C2
=	Q2
BE	

الجدول (5-12)

قائمةالإجراءات للعداد التصاعدي



الشكل (5-31)

المخطط التزامني للعداد التصاعدي

٥- ٥ المقارنات : Comparators

يمكن للـ PLCS المتوسطة والكبيرة إجراء عمليات مقارنة الأرقام بطريقة مشابهة لما يحدث في الحاسبات ، ولكن أي نوع من المقارنات يمكن إجراؤه باستخدام PLCS قد نحتاج معه لمقارنة رقمين أو قد نحتاج إلى أن نقارن عدداً متغيراً مع قيمة ثابتة " وقد نحتاج كذلك إلى أن نقارن دخلين متغيرين كل خمسة ثوانٍ ، أو في عملية أكثر تعقيداً وقد نحتاج لمقارنة رقم قابل للتغير كل فترة مع حدين له حد علوي وحد سفلي، وقد يكون أحد هذين الحدين متغيراً أو ربما كلاهما .

فمن المعروف أنه يمكن إجراء المقارنة بعدة صور كالآتي :

المقارنة بالتساوي	=
المقارنة بأكبر من	>
المقارنة بأصغر من	<
المقارنة بأكبر من أو يساوي	=>
المقارنة بأصغر من أو يساوي	=<
المقارنة بعدم التساوي	><

كثير من أجهزة PLC لديها القدرة على إجراء وظيفتين للمقارنة المباشرة: يساوي (EQ) وأكبر من أو يساوي (GE) وللحصول على الوظائف الأربع الأخرى لابد من استخدام تركيبات الوظيفتين الأساسيتين

(GE , E Q) ، وكلما كان جهاز التحكم المبرمج لديه القدرة على إجراء أي من الوظائف الست مباشرة، كلما سهلت عمليات البرمجة، لذلك إذا كانت العمليات الصناعية التي يتم التحكم فيها باستخدام جهاز PLC تعتمد على عمليات المقارنة الست كلما كان لزاماً توفر هذه الخاصية بجهاز PLC عند اختياره .

٥- ٦ وظيفة القفز : THE JUMP FUNCTION

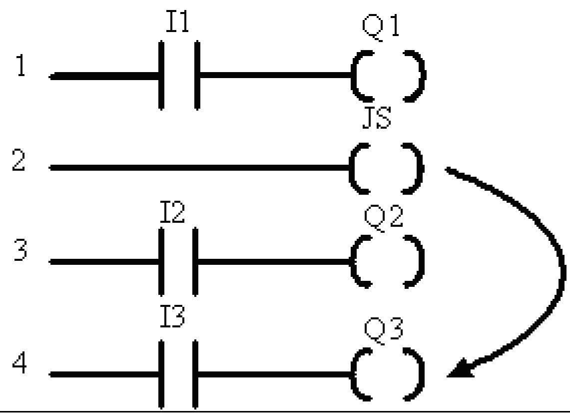
بعض أجهزة التحكم المبرمج لديها المقدرة على التحكم في سريان برنامج التشغيل وذلك من خلال وظيفة القفز ويوجد ثلاثة أنواع من عمليات القفز وهي :

١ - عمليات القفز غير المشروطة NON CONDITIONAL JUMP
٢ - عمليات القفز المشروطة CONDITONAL JUMP
٣ - عمليات القفز للبرامج الفرعية JUMP TO SUBROUTINE

٥- ٦- ١ عمليات القفز غير المشروطة JS :

وتستخدم هذه العملية عند الرغبة للقفز من خط إلى آخر حيث يتم القفز بمجرد الوصول لخط القفز بدون أي شرط .وشكل (5-32) يوضح مثالاً للقفز غير المشروط حيث :

JS هو أمر بالقفز إلى الخط 4 ثم يكمل ، علماً بأنه حاله Q2 ستكون صفراً حتى ولو وصلت إشارة المدخل I2 ويرجع ذلك نتيجة للقفز.

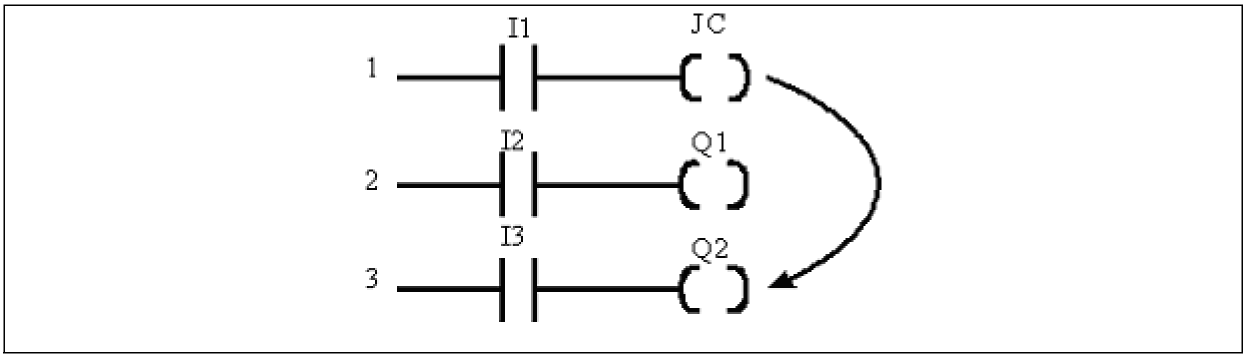


الشكل (5-32)

القفز غير المشروط

٥- ٦- ٢عمليات القفز المشروطة JC:

وتستخدم هذه العملية عند تحقق الشرط وما لم يتم الشرط لا تنفذ هذه العملية، والشكل (5-33) يوضح عملية القفز المشروط حيث يتم القفز عند وصول إشارة1 للمدخل I1 ولو وصلت إشارة 0 للمدخل I1 لا يحدث قفز.

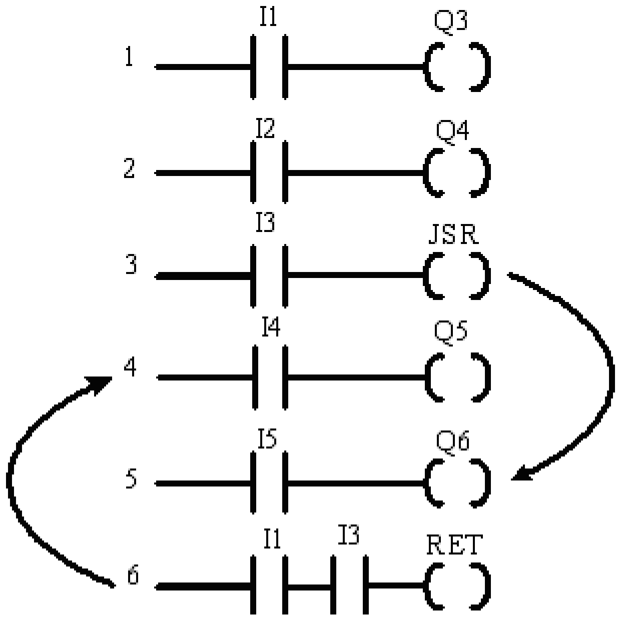


الشكل (5-33)

القفز المشروط

٥- ٦- ٣عمليات القفز للبرامج الفرعية (القفز مع العودة) :

تستخدم البرامج الفرعية لإجراء حسابات مختلفة أو وظائف معينة وتوضع في آخر البرنامج الرئيس ويمكن الوصول إليها بأوامر القفز للبرامج الفرعية وبعد أن ينتهي المعالج من تنفيذ البرنامج يعود تلقائياً لتنفيذ الخطوة التالية في البرنامج الرئيس ، والشكل (5-34) يوضح مثالاً على ذلك.



الشكل (5-34)

القفز المشروط

عند وصول إشارة 1 للمدخل I3 فإن عملية القفز من الخط 3 إلى الخط 5 ثم يبدأ المعالج بتنفيذ الخط 6 وبعد ذلك يعود المعالج لتنفيذ الخط 4 لوجود الأمر عودة (RET)

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

أ. اذكر أنواع المزمنات واشرح اثنين منها بالتفصيل؟

ب. اشرح مع التوضيح بالرسم كيفية عمل العداد التنازلي ؟

ت. اكتب قائمة الإجراءات لتشغيل مزمن التشغيل المخزن المتأخر بزمن مقداره ٦ثوانٍ ؟

ث. اكتب قائمة الإجراءات لتشغيل مزمن الإلغاء المتأخر بزمن مقداره "٦٠ ثانية" ؟

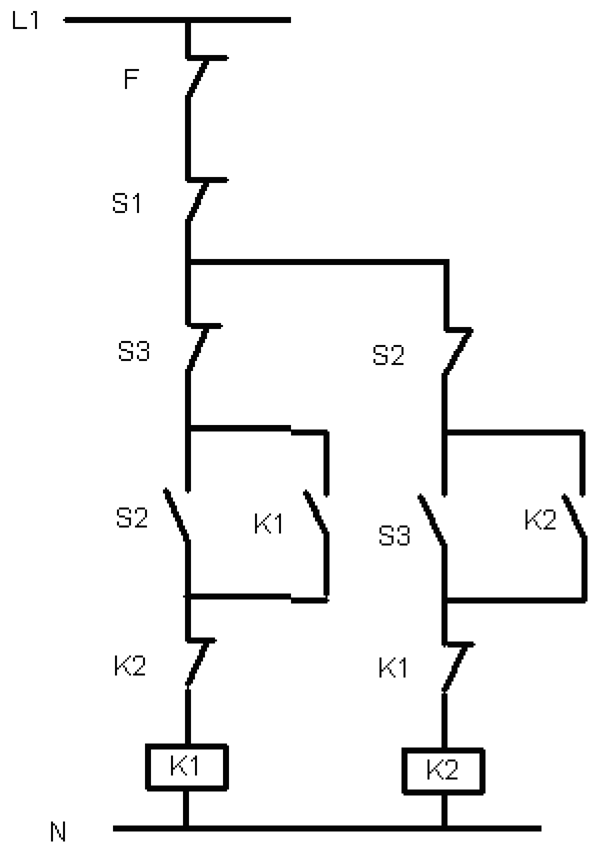
السؤال الثاني

الشكل التالي يوضح دائرة التحكم لماكينة في أحد المصانع و المطلوب استخدام دالة الإبقاء والإلغاء لكتابة البرنامج بطريقة:

١- بطريقة المخطط السُّلَّمي

٢- بطريقة الخريطة الدالية

٣- بطريقة قائمة الإجراءات



تقنية التحكم المبرمج

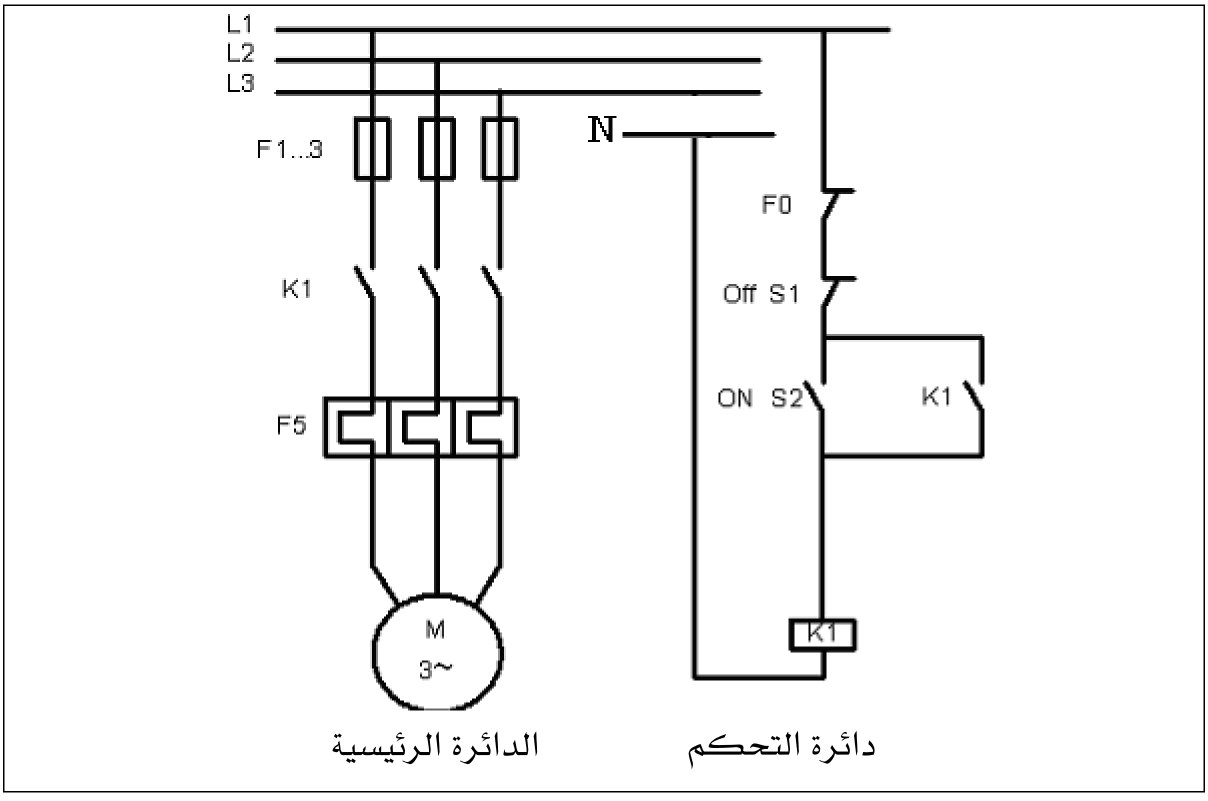
تطبيقات عملية

الوحدة السادسة : تطبيقات عملية

في الباب السابق تناولنا الدوال الأساسية التي تستخدم في عمليات البرمجة بالإضافة إلى بعض الدوال المساعدة وفي هذا الباب سوف يتم شرح كيفية برمجة أهم عمليات التحكم في المحركات الحثية ثلاثية الأوجه لما لها من انتشار كبير في الصناعة، وبعد شرح تلك العمليات الصناعية سوف يكون المتدرب قادراً إن شاء الله على برمجة أي عملية من عمليات التحكم في الآلات الكهربائية بسهولة ويسر.

٦- ١ التحكم في تشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه :

الشكل (6-1) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم بالملامسات لتشغيل وإيقاف المحرك الحثي ثلاثي الأوجه، ومن هذه الدائرة يتضح أن تشغيل المحرك M يتم عن طريق الضغط على مفتاح التشغيل S2 وهو مفتاح ضاغط بينما يتم إيقاف المحرك عن طريق الضغط على مفتاح ضاغط للإيقاف S1 ، وكذلك يقوم المتمم (مفتاح التلامس)(contactor) K1 بفصل وتوصيل المحرك مع منبع الجهد الكهربي ويستخدم المتمم الحراري F لحماية المحرك ضد زيادة التيار .



الشكل (6-1)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

قائمة التخصيص :

هذه القائمة مهمة حيث تقوم باستبدال جميع الرموز الكهربائية المتداولة بالدائرة الكهربائية بالرموز والعناوين المستخدمة مع مداخل ومخارج جهاز التحكم المبرمج كما هو موضح في الجدول التالي:

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر في جهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I 1	المتمم الحراري F
I 2	مفتاح ضاغط الإيقاف S1
I3	مفتاح ضاغط التشغيل S2
Q1	متمم تشغيل المحرك (K1 (contactor

ملحوظة :

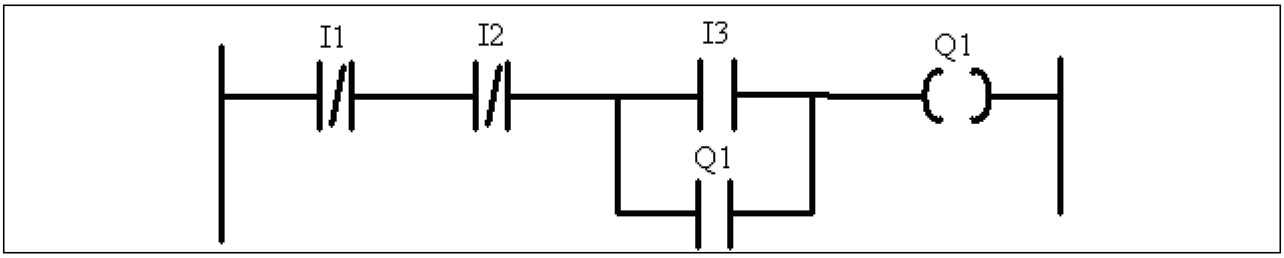
رغم أن أساسيات البرمجة واحدة في جميع أنواع أجهزة التحكم المبرمج إلا أن رموز وعناوين المداخل والمخارج قد تختلف من نوع إلى آخر . وهذه الرموز والعناوين لا تخل بعملية البرمجة إلا أن جهاز التحكم المبرمج لا يتعرف على الرموز غير المعروفة لديه .

وفيما يلي جدول يوضح بعض الاختلافات بين الأنواع المختلفة لأجهزة التحكم المبرمج :

رموز وعناوين	أجهزة التحكم المبرمج المتكاملة	أجهزة التحكم المبرمج ذات وحدات منفصلة (مديولات)
المداخل (S1, S2, S3,)	I1, I2, I3 أو IN1, IN2, IN3	I 0.1 , I 0.2 أو IN 0.1, IN 0.2
المخارج (K1, K2, K3,)	O1, O2, O3 أو Q1, Q2, Q3	O3.1, O3.2, O3.3. أو Q3.1, Q3.2, Q3.3
دالة التخزين	F1, F2, F3 أو M1, M2, M3	F 0.0, F 0.1 أو M0.0, M0.1

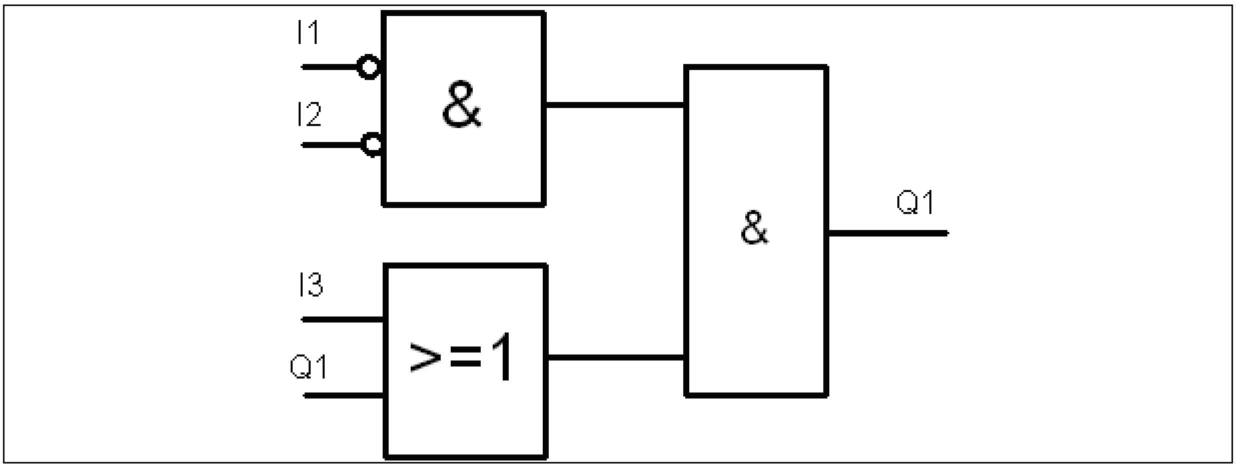
وعلى ذلك فيجب على المتدرب قبل بداية عمليات البرمجة التأكد من رموز وعناوين المداخل والمخارج ودالة التخزين والمؤقتات الزمنية وما شابه في جهاز التحكم المبرمج .

الشكل (2-6) يعرض المخطط السلمي لكيفية تشغيل المحرك الحثي ثلاثي الأوجه باستخدام جهاز الحاكم المنطقي المبرمج بينما يعرض الشكل (3-6) البرنامج نفسه بطريقة الخريطة الدالية.



الشكل (2-6)

المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه



الشكل (3-6)

الخريطة الدالية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

ويعرض الجدول (1-6) البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات

AN	I1
AN	I2
A(	
A	I3
O	Q1
)	
=	Q1
BE	

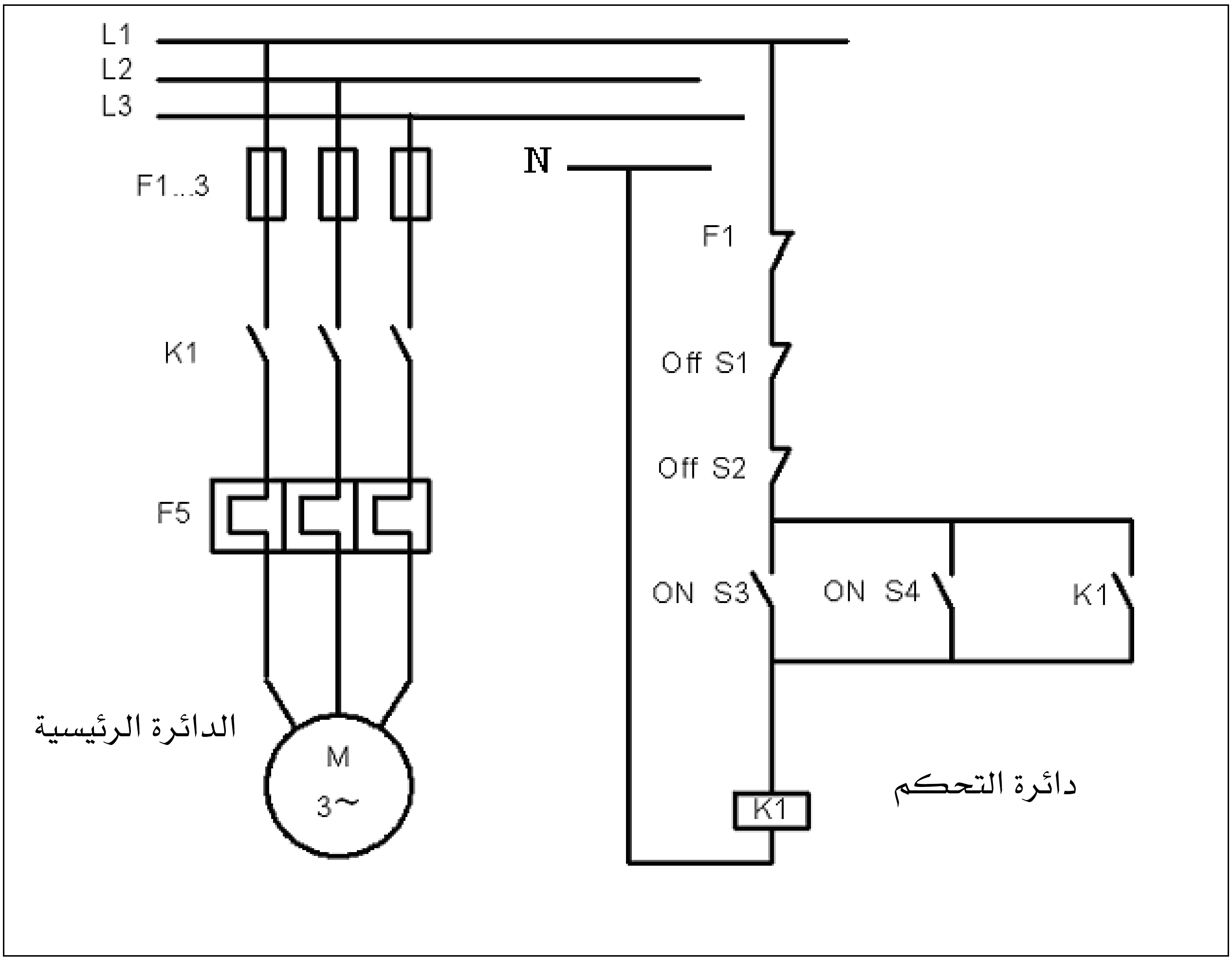
الجدول (1-6)

قائمةالإجراءات لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

٦- ٢ تشغيل وإيقاف المحرك من مكانين مختلفين :

قد يستلزم الأمر تشغيل وإيقاف المحرك في مكانين مختلفين ولتحقيق ذلك يستخدم مفتاحين ضاغطين للتشغيل S3 وS4 ومفتاحين ضاغطين للإيقاف S1 وS2 .

الشكل (6-4) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف المحرك من مكانين مختلفين، بينما يعرض الشكل (6-5) والشكل (6-6) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب.

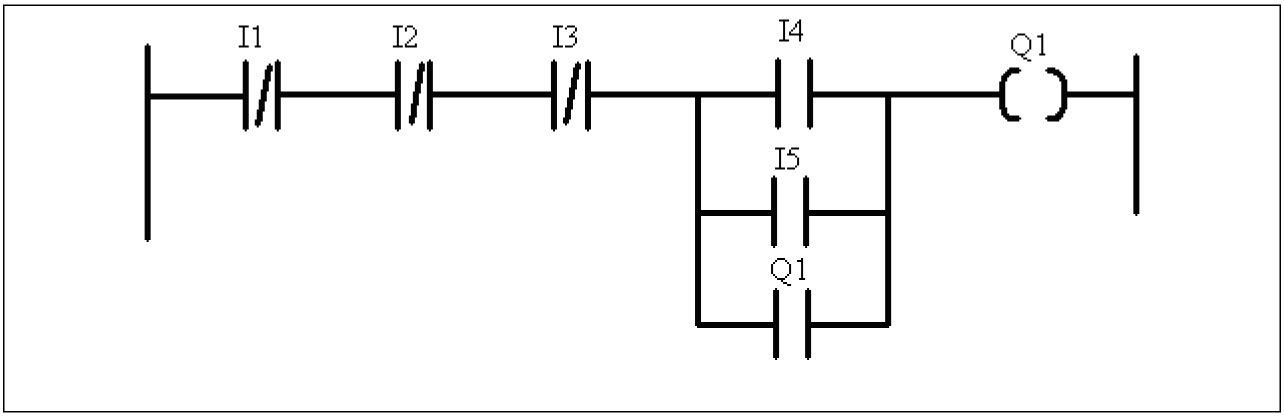


الشكل (6-4)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسة لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

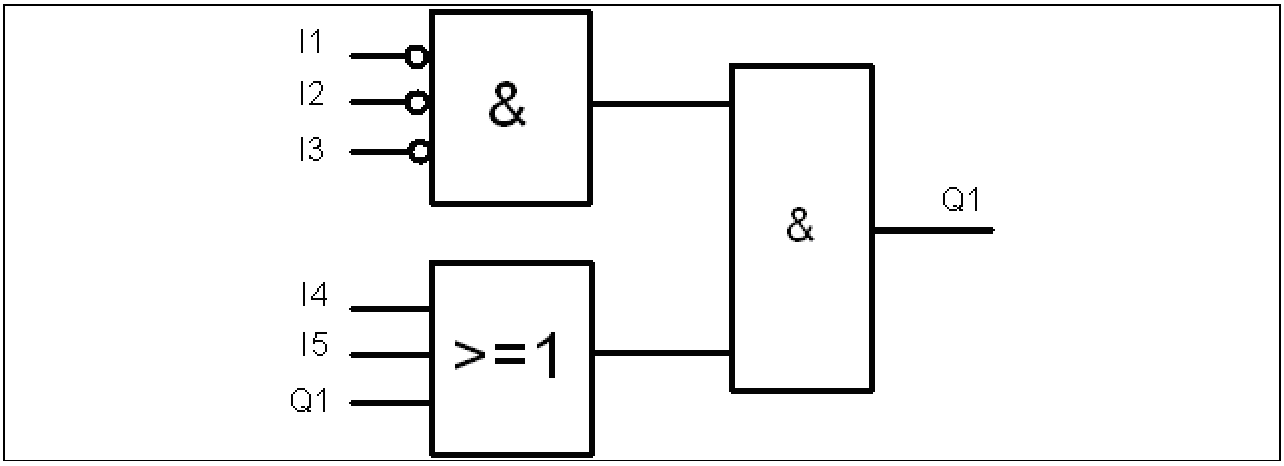
قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر في جهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I 1	المتمم الحراري F
I 2	المفتاح الضاغط للإيقاف الأول S1
I 3	المفتاح الضاغط للإيقاف الأول S2
I4	المفتاح الضاغط للتشغيل الأول S3
I5	المفتاح الضاغط للتشغيل الثاني S4
Q1	المتمم لتشغيل المحرك (K1 (contactor



الشكل (6-5)

المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين



الشكل (6-6)

الخريطةالدالية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

الجدول (2-6) يقدم قائمة الإجراءات(STL) لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين.

I1	AN
I2	AN
I3	AN
	A(
I4	A
I5	O
Q1	O
	)
Q1	=
	BE

الجدول (2-6)

قائمةالإجراءات لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

٦- ٢ عكس حركة المحرك ثلاثي الأوجه :

يتم عكس حركة المحرك ثلاثي الأوجه عن طريق تبديل أي طرفين من أطرافه الثلاثة الموصلة بالمنبع الكهربائي، ويستفاد من المتممات في تنفيذ ذلك، وتوجد طريقتان مختلفتان لعكس حركة المحرك ثلاثي الأوجه وهما :

١ - عكس حركة المحرك بتوقف (عكس حركة بطيء)

٢ - عكس حركة المحرك بدون توقف (عكس حركة سريع)

٦- ٢- ١عكس حركة المحرك بتوقف :

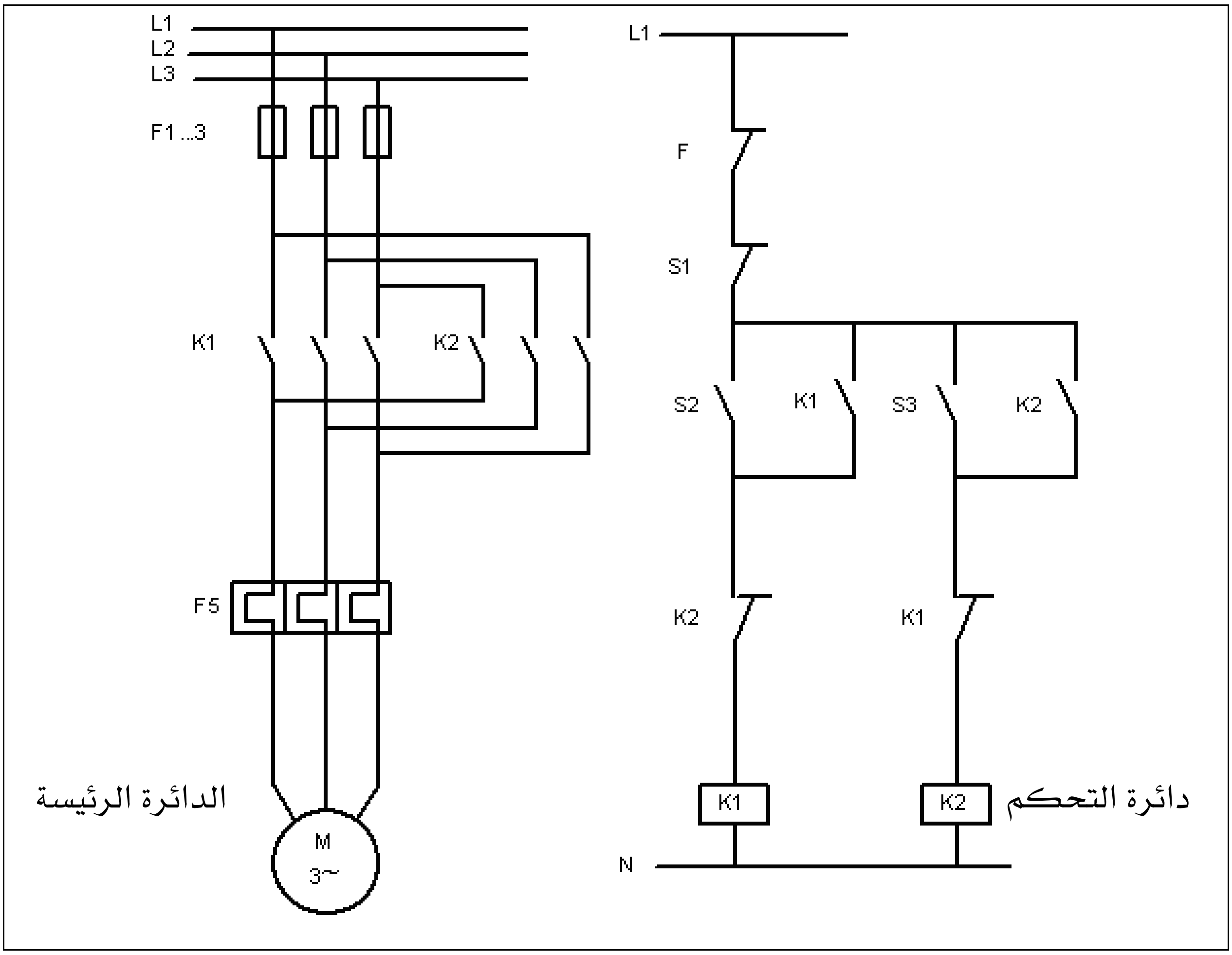
الشكل (7-6) يبين الدائرة الرئيسة ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه بتوقف، في هذا الشكل يتضح أنه :

١. عند الضغط على الضاغط S2 تكتمل دائرة متمم التشغيل K1 ويدور المحرك جهة اليمين .

٢. عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار ويتوقف المحرك في الحال .

٣. عند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار بالمتمم K2 ويدور المحرك جهة اليسار .

يعرض الشكل (6-8) والشكل (6-9) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب.

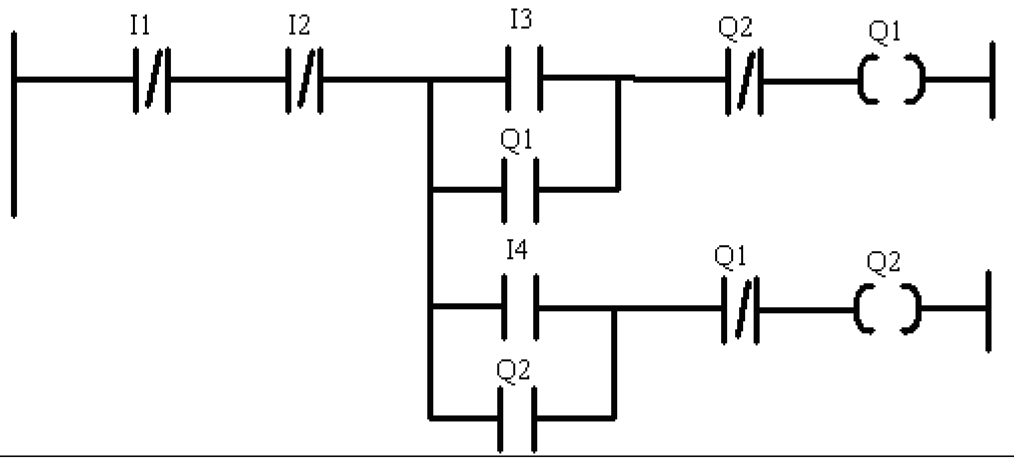


الشكل (6-7)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسة لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

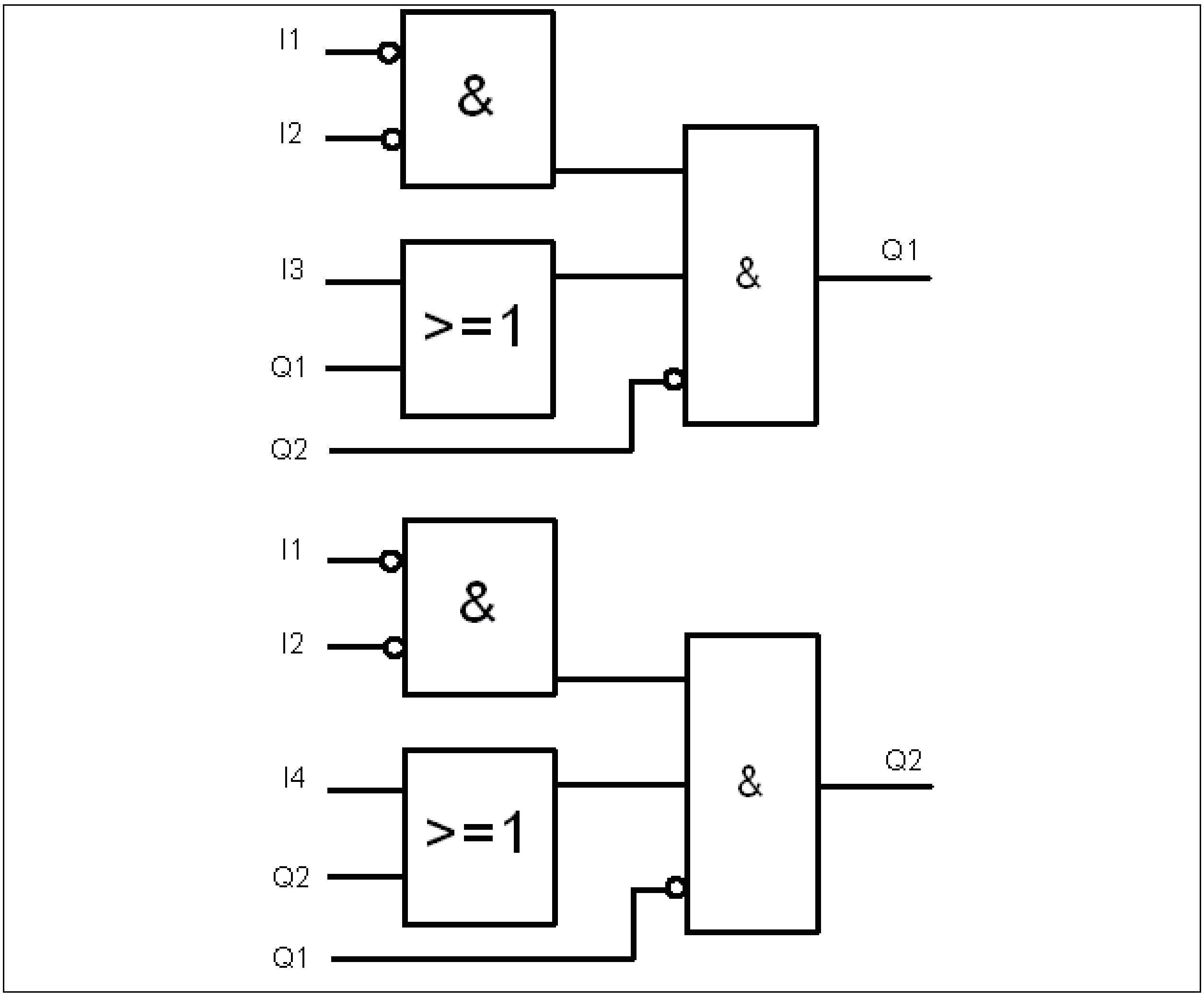
قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I1	المتمم الحراري F
I2	المفتاح الضاغط للإيقاف S1
I3	المفتاح الضاغط للتشغيل في الاتجاه الأمامي S2
I4	المفتاح الضاغط للتشغيل في الاتجاه الخلفي S3
Q1	المتمم تشغيل المحرك في الاتجاه الأمامي K1
Q2	المتمم لتشغيل المحرك في الاتجاه الخلفي K2



الشكل (8-6)

المخطط السلمي لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف



شكل (6-9)

الخريطةالدالية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

جدول (6-3) يقدم قائمة الإجراءات (STL) لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف.

AN	I1
AN	I2
A(	
A	I3
O	Q1
)	
AN	Q2
=	Q1
AN	I1
AN	I2
A(	
A	I4
O	Q2
)	
AN	Q1
=	Q2
BE	

جدول (6-3)

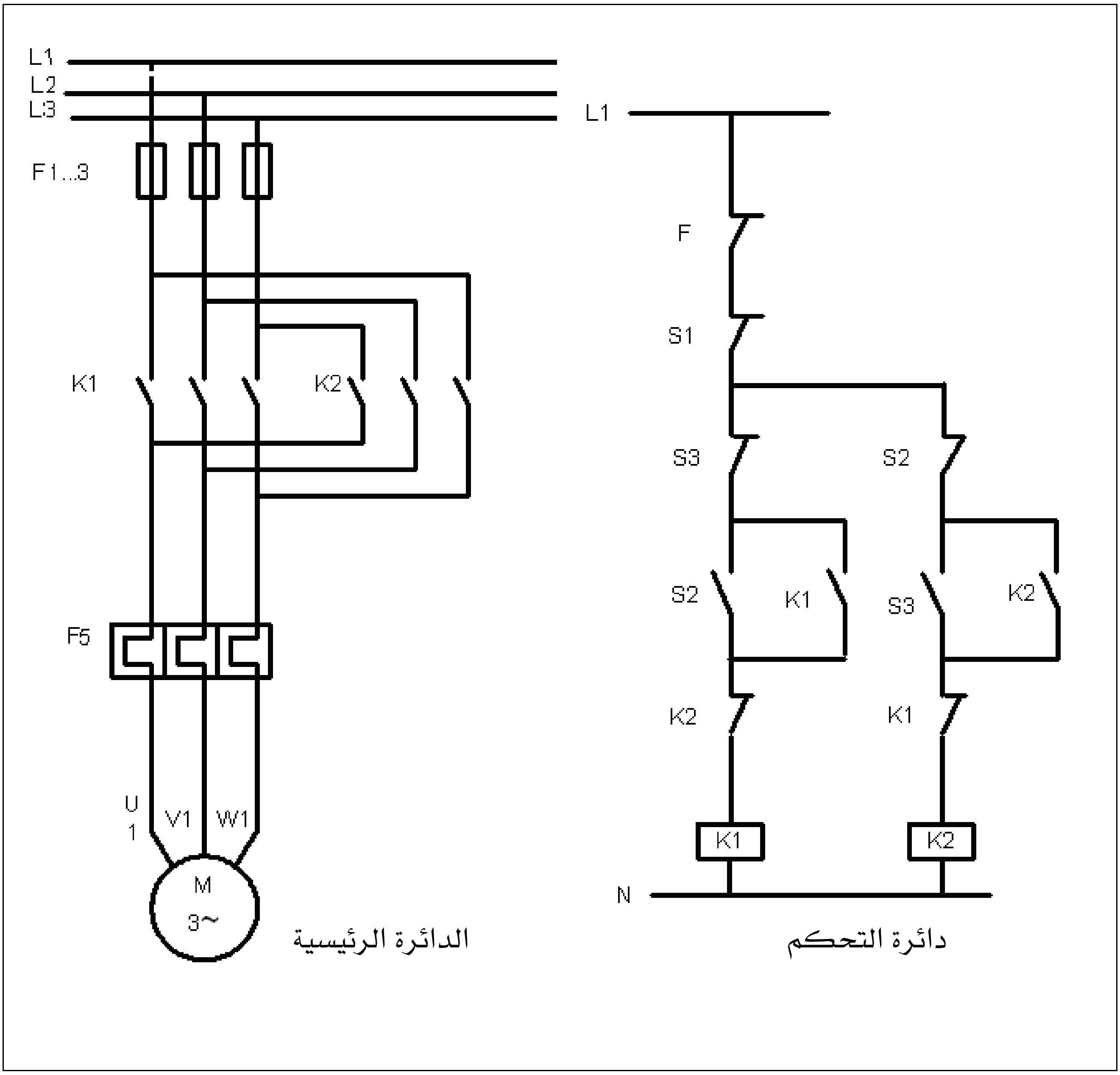
قائمةالإجراءات لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

٦- ٢- ٢ عكس حركة المحرك بدون توقف:

الشكل (6-10) يبين الدائرة الرئيسة ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه بدون توقف، ويلاحظ أن الشكل (6-10) هو نفس الشكل (6-7) عدا أن الضاغطين S2 وS3 لكل منهما ريشه إضافية مغلقة عادة NC ويستفاد من هاتين الريشتين المغلقتين في عكس دوران المحرك بدون توقف فعند الضغط على ضاغط التشغيل في الاتجاه الأمامي S2 فإن مسار تيار المتمم K1 يكتمل ويدور المحرك جهة اليمين وعند الضغط على ضاغط التشغيل في الاتجاه العكسي S3 فإن نقط التلامس المغلقة لهذا

الضاغط سوف تصبح مفتوحة وبالتالي ينقطع التيار عن المتمم K1 فيتوقف المحرك ولكن في نفس اللحظة يكتمل مسار المتمم K2 فيدور المحرك جهة اليسار .

يعرض الشكل (6-11) والشكل (6-12) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب.

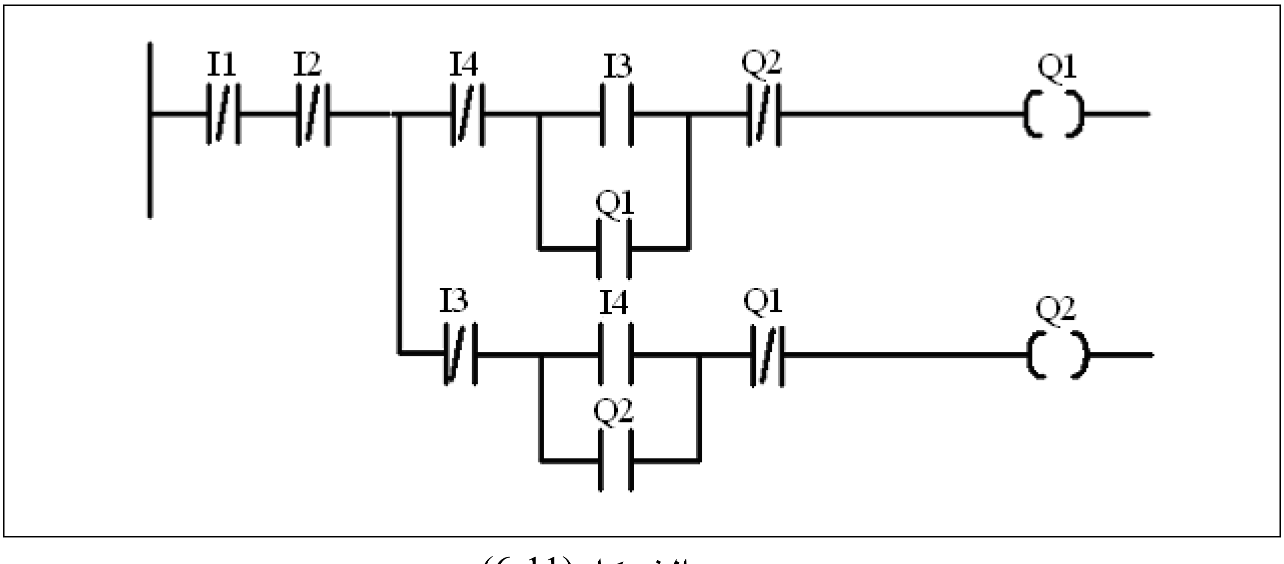


الشكل (6-10)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسة لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

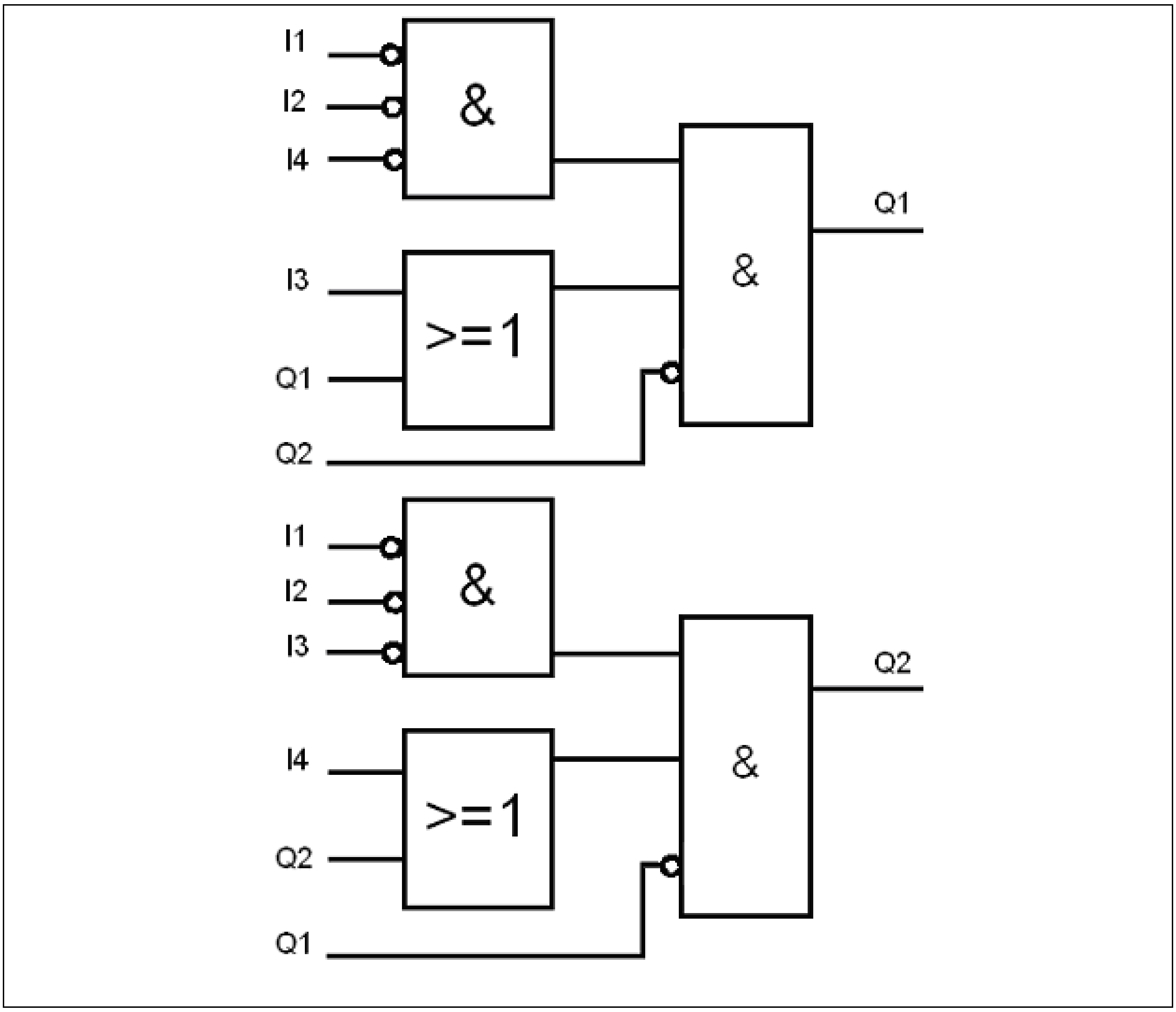
قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I1	المتمم الحراري F
I2	المفتاح الضاغط للإيقاف S1
I3	المفتاح الضاغط للتشغيل في الاتجاه الأمامي S2
I4	المفتاح الضاغط للتشغيل في الاتجاه الخلفي S3
Q1	المتمم لتشغيل المحرك في الاتجاه الأمامي K1
Q2	المتمم لتشغيل المحرك في الاتجاه الخلفي K2



الشكل (11-6)

المخطط السلمي لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف



الشكل (12-6)

الخريطة الدالية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

جدول (4-6) يقدم قائمة الإجراءات (STL) لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف.

AN	I1
AN	I2
AN	I4
A(	
A	I3
O	Q1
)	
AN	Q2
=	Q1
AN	I1
AN	I2
AN	I3
A(	
A	I4
O	Q2
)	
AN	Q1
=	Q2
BE	

الجدول (4-6)

قائمة الإجراءات لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

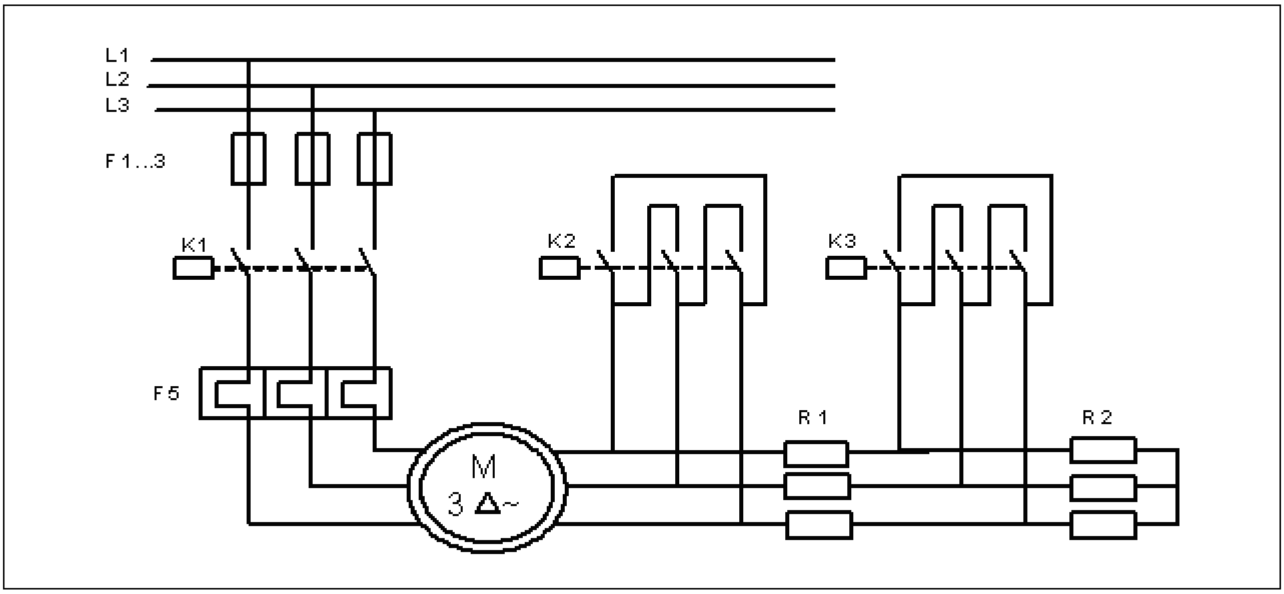
٦- ٣ تشغيل محرك ثلاثي الأوجه ذي حلقات انزلاق باستخدام ملفات البدء :

المحركات ثلاثية الأوجه ذات الحلقات بالانزلاق تبدأ حركتها بتوصيل مجموعة من مقاومات البدء مع العضو الدوار ثم تفصل المقاومات تدريجياً حتى تخرج تماماً من الدائرة وذلك عند وصول السرعة إلى ٨٠٪ من السرعة المقننة للمحرك.

الشكل (13-6) يبين الدائرة الرئيسة لمحرك ثلاثي الأوجه يبدأ حركته بمقاومات بدء مع العضو الدوار، بينما يعرض الشكل (14-6) دائرة التحكم.

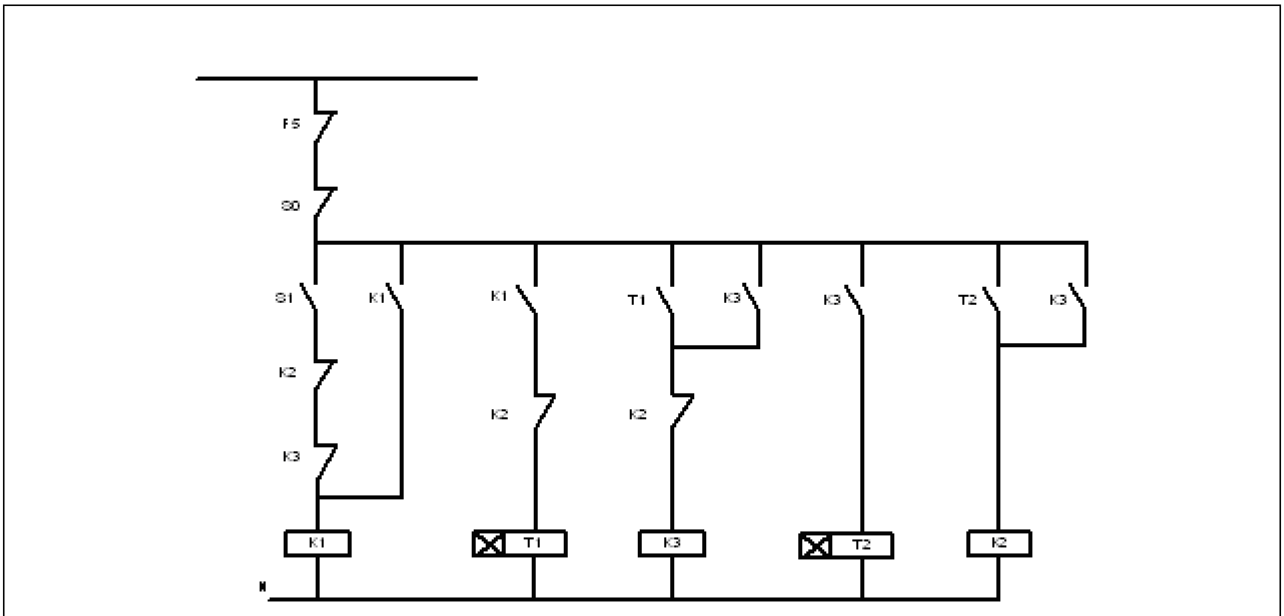
من هذا الشكل يتضح أنه بالضغط على المفتاح الضاغط S2 يكتمل مسار المتمم K1 فيبدأ المحرك حركته في ظل وجود المقاومات R1 , R2 المتصلة على التوالي مع ملفات العضو الدوار مما يساعد على تقليل تيار البدء، وفي نفس اللحظة يكتمل مسار المؤقت الزمني T1 بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت T1 ويكتمل مسار المتمم M3 فتخرج المقاومة R2 من دائرة العضو الدوار .

أيضاً يقوم المؤقت T1 بتشغيل المتمم M3 فيكتمل مسار التيار بالمؤقت الزمني T2 وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت يكتمل مسار المتمم M2 فتخرج المقاومة R1 من دائرة العضو الدوار ، وبالتالي تقصر ملفات العضو الدوار على نفسها وفي نفس اللحظة تفتح نقط التلامس المغلقة الخاصة بالمتمم M2 فينقطع مسار التيار عن محل من T1 , K3 , T2 ويبقى الوضع كما هو حتى يتم إيقاف المحرك .



الشكل (6-13)

الدائرة الرئيسية لكيفية بدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء



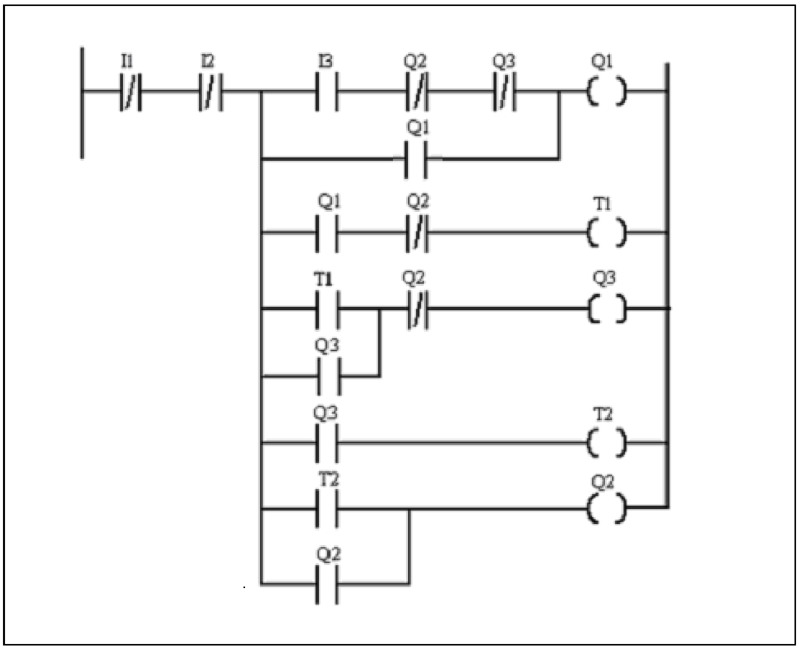
الشكل (6-14)

دائرة التحكم لكيفية بدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء

يعرض الشكل (6-15) المخطط السلمي (LAD) لعملية بدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء.

قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر في جهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I1	المتمم الحراري F
I2	المفتاح الضاغط للإيقاف S1
I3	المفتاح الضاغط للتشغيل S2
Q1	المتمم لتشغيل المحرك K1
Q1	المتمم لفصل المقاومة (R1) K1
Q2	المتمم لفصل المقاومة (R2) K2
T1, T2	المزمنات T1, T2



الشكل (6-15)

المخطط السلمي لعملية بدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء

الجدول (6-5) يقدم قائمة الإجراءات (STL) لعملية بدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء.

AN	I1
AN	I2
=	M1
A(	
A (	
A	I3
AN	Q2
AN	Q3
)	
O	Q1
=	Q1
A	M1
A	Q1
AN	Q2
=	T1(50)
A	M1
A(	
A	T1
O	Q3
)	
AN	Q2
=	Q3
A	M1
A	Q3
=	T2(50)
A	M1
A(	
A	T2
O	Q2
)	
=	Q2
BE	

الجدول (6-5)

قائمة الإجراءات لبدء محرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام مقاومات البدء

٦- ٤ تشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا :

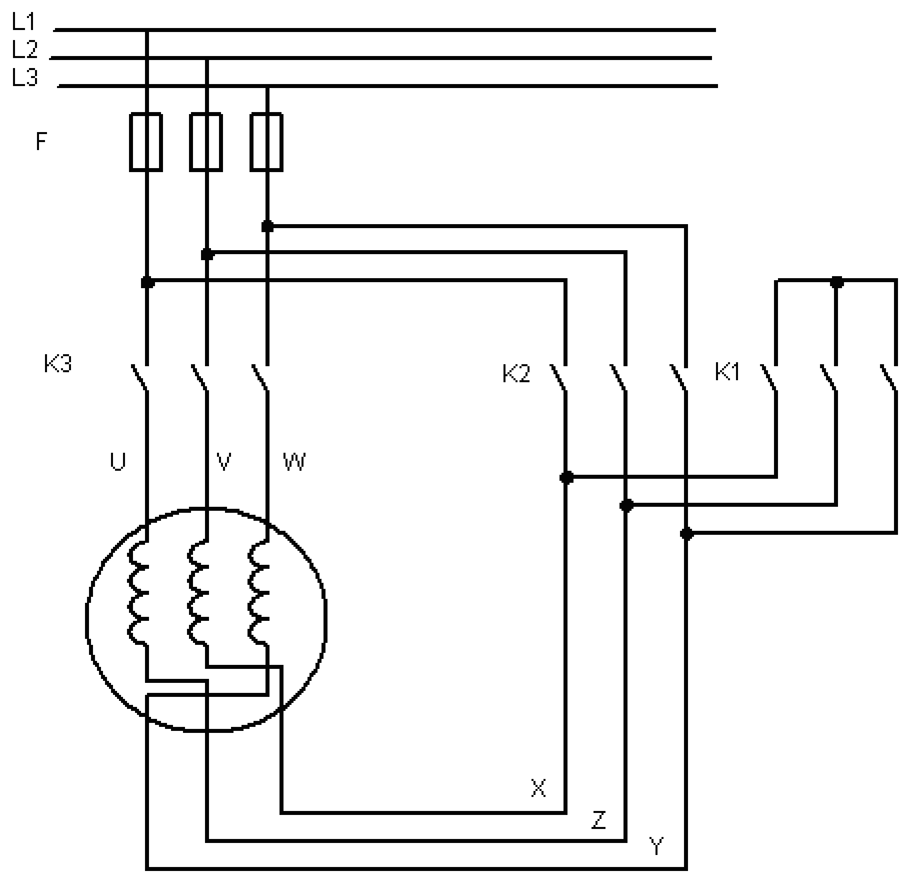
يستخدم مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة المحرك ثلاثي الأوجه حيث يبدأ المحرك بتوصيل ملفاته على شكل نجمه حتى يقل تيار البدء إلى الثلث فيما لو كان البدء مباشراً

الشكل (6-16) يبين الدائرة الرئيسية بينما يعرض الشكل (6-17) دائرة التحكم لتشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا .

في هذا الشكل يتضح أنه :

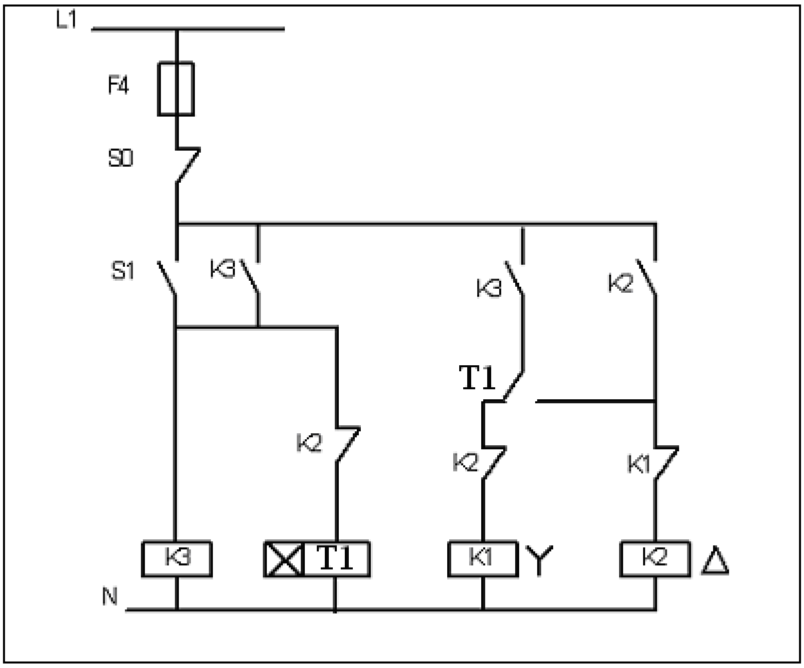
١. بالضغط على المفتاح الضاغط S2 يكتمل مسار المتمم K3 وفي نفس الوقت :
   - يكمل مسار المؤقت الزمني T1
   - يغلق الفرع الثالث ليفعل المتمم K1 موصلاً المحرك نجمة

٢. بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت T1 يكتمل المسار بالمتمم K2 موصلاً المحرك توصيلة دلتا ويظل كذلك حتى يتم إيقاف المحرك .



الشكل (6-16)

الدائرة الرئيسة لتشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا



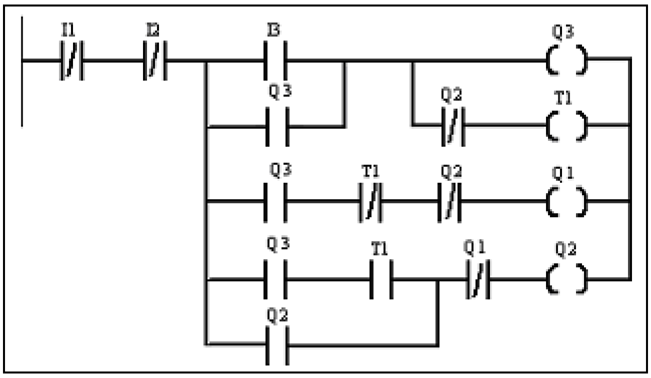
الشكل (6-17)

دائرة التحكم لتشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

يعرض الشكل (6-17) المخطط السلمي (LAD) بينما يقدم الجدول (6-6) قائمة الإجراءات (STL).

قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر في جهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I1	المتمم الحراري F4
I2	المفتاح الضاغط للايقاف S0
I3	المفتاح الضاغط للتشغيل S1
Q1	المتمم لتشغيل المحرك نجمة K1
Q2	المتمم لتشغيل المحرك دلتا K2
Q3	المتمم لتوصيل المحرك K3
T1	المزمن T1



الشكل (6-17)

المخطط السلمي لتشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

AN	I1
AN	I2
=	M1
A	I3
O	Q1
=	M2
A	M1
A	M2
=	Q3
A	M1
A	M2
AN	Q2
A	M1
=	T1(50)
A	Q3
AN	T1
AN	Q2
=	Q1
A	Q2
O(	
A	Q3
A	T1
)	
=	M3
A	M1
A	M3
AN	Q1
=	Q2
BE	

جدول (6-6) قائمةالإجراءات لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

تقنية التحكم المبرمج

فحص دوائر التشغيل والتحكم

الجدارة: التعرف على كيفية فحص دوائر التشغيل والتحكم وتحديد الأعطال وإصلاحها

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

١.صيانة الأنظمة العاملة في أجهزة الحاكم المنطقي المبرمج

٢.اكتشاف الأعطال.

٣.إصلاح الأعطال

الوقت المتوقع: ٤ساعات

متطلبات الجدارة: الدوائر الكهربائية - ٢

الوحدة السابعة: فحص دوائر التشغيل والتحكم وتحديد الأعطال وإصلاحها

تعتبر أجهزة التحكم المبرمج PLC من الأجهزة الإكترونية التي نادراً ما تحتاج إلى صيانة كما إنها معدة لإعطاء بيان عن حالة الأعطال التي بها مثل أجهزة الحاسب الآلي، يضاف إلى ذلك إعدادها للعمل في البيئة الصناعية والتي تتميز باختلاف كبير في درجات الحرارة والرطوبة ووجود الزيوت والأتربة والضوضاء والاهتزازات لشديدة. ومن أهم الأجهزة المصاحبة لأجهزة الحاكم المنطقي المبرمج ما يلي:

١- أجهزة المداخل الرقمية أوالتناظرية (الضواغط والمفاتيح اليدوية و مفاتيح نهاية المشوار – والمفاتيح التقاربية والخلايا الضوئية ومفاتيح العوامات ومفاتيح درجة الحرارة ومفاتيح التدفق وحساسات الحركة أو حساسات الضغط وحساسات الحرارة وحساسات السرعة – حساسات الرطوبة وحساسات التيار... إلخ).
٢- أجهزة المخارج الرقمية أو التناظرية (المفاتيح الكهرومغناطيسية (contactor) – المفاتيح الإلكترونية ومصابيح (لمبات) البيان والصمامات الكهربائية ودامبرات الهواء وأجهزة التحكم التناسبية... إلخ).
٣- أجهزة الحماية (المصهرات والقواطع والمتممات الحرارية... إلخ).
٤- أجهزة تخزين البرامج الخارجية.
٥- المحركات الكهربائية.

٧- ١ صيانة الأنظمة العاملة بأجهزة الحاكم المنطقي المبرمج

إن وجود الأجهزة المصاحبة لأجهزة الحاكم المنطقي المبرمج يحتم وجود آلية واضحة المعالم للصيانة وتتبع الأعطال ، فمن المعروف أن الصيانة تساعد على اكتشاف الأعطال و تشخيصها ثم إصلاحها أو استبدال الأجزاء العاطلة ثم التأكد من تمام الإصلاح بكل الوسائل المتاحة لتأكيد جودة الإصلاح إن أمكن.

وتنقسم الصيانة إلى ثلاثة أنواع هي:

٧- ١- ١ **الصيانة الدورية** : وتتم بعد عدد معين من ساعات التشغيل أو على فترات زمنية معينة و تهدف أساساً للوقاية من حدوث الأعطال .

٧- ١- ٢ **الصيانة الوقائية** : وتتم في أي وقت حسب الحاجة بغرض حماية الجهاز من الغبار و الأتربة والصدأ والضوضاء والحرارة ومصادر الأعطال الأخرى كالتغير في تردد جهد التيار الكهربي و المغناطيسية حتى تمنع حدوث الأعطال أو تقلل من احتمالات حدوثها.

٧- ١- ٣ **الصيانة العلاجية** : وتتم عند حدوث أعطال فعلية في الجهاز بغرض إصلاح الجهاز المعطل فعلاً.

٧- ٢ اجراءات السلامة أثناء تتبع الأعطال:

أهم ما يجب مراعاته أثناء تتبع الأعطال هو الأمان بحيث لا يحدث تشغيل لا إرادي لأي جزء من العملية أثناء الفحص وتتبع الأعطال، كذلك يجب فصل التغذية أثناء فحص التوصيلات الداخلية للأجهزة إلا إذا كانت ضرورية لتتبع العطل ،كذلك يجب على فني الصيانة ما يلي:

١- ارتداء النظارات الوقائية أثناء القيام بفحص الدوائر الكهربائية.

٢- عدم لمس الأجزاء المكشوفة باليد.

٣- تفريغ المكثفات بتوصيل أحد أطرافها بالأرضي.

٤- استعمال المفكات و المفاتيح و الأجزاء المعزولة.

٥- عدم لمس الأجزاء الحساسة باليد (مثل الدوائر المتكاملة الحساسة وأماكن التوصيل - إلخ) حتى لا يتسبب ذلك في التأثير على الدوائر الكهربية

٦- عدم تعريض الجهاز للمؤثرات الكهربية أو المغناطيسية الخارجية أو الشحنات الكهروستاتيكية في جسم الإنسان.

٧- عدم تعريض مكونات الجهاز للعوامل الطبيعية القاسية مثل الحرارة والرطوبة والسوائل وأشعة الشمس و الضوء القوى المباشر.

٨- تدوين كل ما يتعلق بالمشكلة.

٩- قبل البدء في العلاج لابد من محاولة التشخيص لمعرفة سبب المشكلة. ثم يجب البدء دائماً بالاحتمالات الأسهل ثم الأصعب.

٧- ٢- ١ إجراءات تتبع الأعطال بصفة عامة:

هناك قاعدة أساسية في مجال الصيانة وهي أن القائم بالإصلاح يجب عليه تتبع موضع العطل وتتبع الأعراض واحداً بعد الآخر تتبعاً منطقياً حتى يصل إلى تشخيص واضح للعطل، ومن ثم الوصول لمكان العطل , وتسمي هذه العملية بخطة تتبع الأعطال .
ويجب على فني الإصلاح أن يتفادي أي انطباعات مسبقة لطبيعة العطل ولا يبدأ من منتصف الطريق ولا يقفز إلى استنتاجات لم يتأكد منها حتى لا يصلح أو يستبدل أي جزء قد لا يؤثر على العطل ، بل يجب عليه دائماً وأبداً أن يبدأ بمعلومات واضحة وقاطعه لا تحتمل الشك وهناك العديد من الخطط التي يمكن اتباعها للوصول إلى تحديد العطل وهي:

١- خطة البدايات

وتبدأ هذه الخطة دائما من وحدة التغذية وتتبع الجهود الكهربائية للدخل بداية من أماكن مداخل البيانات حتى نهاية مخارجها لكل دائرة كهربية حتى نصل للمنطقة التي يختلف فيها جهد (الإدخال أو الإخراج) عن الجهد القياسي الذي يجب أن يكون عليه.
وهذه الطريقة هي الحل المفيد في حالة عطل الجهاز على الإطلاق بسبب عدم وصول جهد كهربي من وحدة التغذية.

٢- خطة خطوط المواصلات

وهي الطريقة المستخدمة في تتبع أعطال التليفونات وتتلخص في قيام فني الإصلاح بالوقوف بين مكاني الاتصال وعندئذ يكون العطل في النصف الأول أو في النصف الثاني، إذ يقوم باختبار دخل النصف الثاني أو خرج النصف الأول بعد عزل النصف الثاني وبهذا يمكن تحديد أي النصفين أصابه العطل ثم يقوم بتكرار ذلك العمل حتى يصل إلى مكان العطل.

٣- خطة العزل

وهي عبارة عن أسلوب بسيط لتحديد عطل أي مكون من مكونات الجهاز دون الوصول إلى

تحديد الجزء المعطل في هذا المكان وذلك عن طريق عزل أو فصل كل الأجهزة والملحقات الإضافية المتصلة بالجهاز (مثل الطابعة أو الشاشة) مرة واحدة والتي تؤثر على عطل الجهاز لمعرفة مكان العطل أهو في وحدة النظام أم في أحد الملحقات الإضافية.

٤- **خطة التجزئة**

وهي تشبه خطة العزل السابقة إلا أن الأمر هنا قائم على فصل الملحقات الإضافية واحدة بعد الأخرى ثم متابعة مظاهر العطل لاكتشاف الملحق أو المكون المسبب للعطل .

٥- **خطة التدقيق**

وهي الخطة المفضلة لمعظم العاملين في مجال الصيانة وتنفذ كالآتي:

١- بداية يتم التأكد من سلامة التوصيلات وصحتها.

٢- يتم التأكد من شكل المكونات وتركيبها في مكانها الصحيح وبالطريقة الصحيحة.

٣- يتم البحث والتحرى في المكونات بعدسة لاكتشاف الأطراف المفصولة أو المعزولة بسبب الأتربة أو الغبار أو أحد الأوراق التى تعيق حركتها أو تلامسها .

٤- التدقيق في البحث عن كسر أحد الأطراف أو أماكن الاتصال أو تلف إحدى الوحدات مثل وجود مقاومة محروقة أو مكثف تالف ...إلخ.

٥- متابعة ظاهرة العطل بتدقيق النظر في بداية تشغيل الجهاز ووصول التغذية الكهربية وبدء اختبارات الفحص الذاتي حتى يتم الوصول إلى مكان ظاهرة العطل ثم تحديد سببه.

الإرشادات الواجب ملاحظتها عند تحديد العطل:-

١- يجب ملاحظة العلامات المسموعة مثل رسائل الخطأ الصادرة من سماعة الحاسب الداخلية وطولها وعددها أو أي صوت مفاجئ من المشغلات أو الشاشة .

٢- ملاحظة مروحة التبريد أو الصوت الصادر منها.

٣- إضاءة مصابيح (لمبات) البيان من عدمه .

٤- ملاحظة عمل الشاشة في بداية التشغيل.

٥- توصيلات الأسلاك (الكابلات) واكتشاف أي شقوق فيها ومتانة تثبيتها وعدم التوائها.

٦- عدم سخونة الدوائر المتكاملة IC والأجزاء الإلكترونية .

٦- خطة الاستبدال أو الإحلال

هناك نوعان من خطة الاستبدال هما الإحلال الجزئي والإحلال الكلي ، ويتم الإحلال الجزئي بوضع جزء جديد مكان الجزء المشكوك في عطله مرة واحدة ، ويلاحظ أنه أسلوب مكلف للغاية ويقوم الفني باستخدامه عندما يكون غير قادر على تحديد مكان العطل

أما الإحلال الكلي فيتم في حالة الأعطال التي تحتاج إلى إحلال كلي كما هو الحال عند استبدال اللوحة الأم أو عطل معظم مكونات وحدة التغذية الكهربية.

ويعيب هذه الخطة تكلفتها العالية واحتياجها إلى تخزين قطع غيار متنوعة لمعظم الدوائر الإلكترونية والوحدات لأجهزة متنوعة أولأجهزة قد يكون انتهي خط إنتاجها.

مما سبق نجد أنه لتتبع عطل ما ، أن العطل نفسه ومظهره هما اللذان يحددان خطة تتبع العطل وأسلوب إصلاحه ، ويتم ذلك من خلال الفهم الجيد لمكونات الجهاز وطريقة أداء الوحدات لوظائفها ومعرفة شكلها وتركيبها والملحقات المتصلة بها مما يوفر قاعدة قوية وإلماماً وافياً لمتابعة مظاهر العطل وإصلاحه بتحديد الوحدة المسؤولة عن مظهره .

ومن أهم الاعمال في الصيانة وتتبع الأعطال يلزم البدء باتخاذ الإجراءات البسيطة التالية:

١- الاستفسار عن كيفية وتوقيت بداية العطل.
٢- اختلاف العطل باختلاف المنطقة التي يحدث فيها و الظروف المسببة له.
٣- اعتبار درجة حرارة المكونات أحد وسائل التشخيص السريعة لعمل الدوائر الإلكترونية.
٤- اعتبار الكابلات و التوصيلات مؤشراً جيداً للاختبارات البسيطة
٥- توجد على اللوحة المطبوعة نقط اختبار T P للدوائر الإلكترونية تمكن من قياس الجهود الكهربية لاختبار عمل الوحدات.

٧- ٢- ٢ إجراءات تتبع الأعطال الخاصة في جهاز التحكم المبرمج PLC وإصلاحها:

يعتمد فني الإصلاح على خبرته المكتسبة في تتبع العطل وإصلاحه ويتبع الفنيون طرقاً عديدة للإصلاح تعتمد على الخبرة والإمكانيات المادية و الفنية والمستوى الثقافي والمستوى العلمي ومصادر المعلومات لكل واحد منهم. ومن طرق إصلاح الأعطال المتبعة:

١- تبديل الدوائر العاطلة بأخرى صالحه.

٢- تتبع الدائرة وقراءتها وإجراء الاحتمالات حتى يصل للجزء المعطل وهذه الطريقة تستهلك قطع غيار أقل من الطريقة السابقة.

٣- تنفيذ الاختبارات باستخدام أجهزة القياس للوصول إلى مصدر العطل.

وفيما يلي بيان ببعض الأعطال وكيفية إصلاحها بالطرق الفنية الصحيحة:

يجب التأكد من أن الخطأ ليس ناتجاً عن جهاز خارجي عن جهاز التحكم المبرمج PLC بعد ذلك يتم التأكد من سلامة عمل جهاز PLC.

●أن أجهزة PLC مزودة بمبينات حالة Status يتم من خلالها تفحص أحوال المداخل والمخارج والعدادات والمؤقتتات والذاكرة وبالتالي معرفة مكان توقف تدفق التيار ومن ثم يمكن تحديد سبب المشكلة.

●عند حدوث توقف كامل لنظام التحكم المبرمج يتم فحص مبين الحالة لوحدة التحكم المركزية CPU والتأكد من وضع مفتاح الوظيفة SF :

- إذا كان مفتاح الوظيفة SF على وضع الإيقاف Stop يتم تبديله إلى وضع التشغيل Run.
- إذا كان مفتاح الوظيفة SF على وضع التشغيل Run ومبين الحالة لوحدة التحكم المركزية CPU مضيئاً ففي هذه الحالة يتم تفحص مبينات أحوال وحدات (موديولات) المداخل والمخارج وكذلك التوصيلات بين وحدة التحكم المركزية CPU ووحدات (موديولات) الاتصالات لتحديد الوحدة المسؤولة عن هذا العطل ومن ثم إصلاحها أو استبدالها.
- إذا كان مفتاح الوظيفة SF على وضع التشغيل Run ومبين الحالة لوحدة التحكم المركزية CPU غير مضيء ففي هذه الحالة يتم فحص مصدر القدرة الكهربائية واتخاذ الإجراءات اللازمة للتأكد من سلامته.

●إذا كان المحرك الكهربائي الذي يتم التحكم فيه معطلاً ففي هذه الحالة يتم مراجعة المخطط السلمي لتحديد المداخل ومخرج جهاز التحكم المبرمج المسؤول عن تشغيل هذا المحرك ومن ثم

تحديد المتممات (contactors) أوالتوصيلات التي تصل المتممات بالمخرج والمسؤولة عن هذا العطل.

- في حالة انعدام جهد المخرج قد تكون المشكلة في وحدة المخرج أو وحدة التوصيلات المرتبطة به فيجب اتخاذ اللازم (من تغيير مصهر أو تبديل الوحدة المعطلة) لحل هذه المشكلة.

● إحدى طرق تحليل مشكلة جهاز PLC تكون بتبديل أجزائها بأجزاء جهاز PLC آخر، فإن تم حل المشكلة فيكون الخطأ في الجزء الذي تم استبداله، ولو كان مثلاً أحد هذه الأجزاء هو وحدة التحكم المركزية CPU فإنه يجب إدخال البرنامج لوحدة التحكم المركزية CPU البديلة.

● أحيانا يكون مجرد مسح الذاكرة وإعادة برمجة جهاز PLC حلاً للمشكلة.

● أن استخدام نمط المشاهدة Monitor mode يساعد في تتبع وتحليل الأعطال، وذلك عن طريق تتبع المخطط السلمي على الشاشة وبالتالي يمكن تحديد سبب الخطأ بسهولة.

● أيضا عن طريق نمط التأثير Force mode يمكن تتبع حالة النظام وتحديد سبب المشكلة.

● أيضا عن طريق نمط عدم التفعيل Disable mode يتم إلغاء عمل المداخل واحداً بعد الآخر لتتبع حالة النظام وتحديد سبب المشكلة.

● ومما هو جدير بالذكر أن كثيراً من أجهزة PLC مزودة بمسجل خاص بالأخطاء حيث تعرض رسائل الأخطاء على الشاشة كما أنها تصحبها عادة برامج صيانة متكاملة ومراجع للمعدات والأجهزة التى تسهل من مهمة الفني لاكتشاف الأعطال وإصلاحها.

٧- ٢- ٣ أنواع المشاكل التي تتعرض لها أجهزة التحكم المبرمج:

يوجد عدة أنواع من المشاكل التي تتعرض لها أجهزة التحكم المبرمج:

١- مشاكل مادية Hardware Problems مثل:

- مشاكل ناتجة عن تلف وحدة التحكم المركزية CPU أو الذاكرة أو الموصلات، ...إلخ.
- مشاكل في وحدات الإدخال والاخراج.
- مشاكل في كروت الاتصالات.

٢- مشاكل برامجية Software Problems مثل:

- مشاكل ناتجة عن سوء التحميل.
- مشاكل ناتجة عن الاستخدام الخاطئ لنمط التأثير Force mode.
- مشاكل ناتجة عن الاستخدام الخاطئ لنمط عدم التفعيل Disable mode.

٧- ٣ تطبيقات عملية لاكتشاف الاخطاء وإصلاحها

٧- ٣- ١ التطبيق العملي الأول:

في نظام التحكم المبرمج لأحد التطبيقات العملية وجد أن المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه قد تعرض لثلاثة أنواع من الاعطال في أوقات مختلفة كما يلي :

أ- المحرك لا يدور عند الضغط على ضاغط التشغيل.

ب- المحرك يدور ثم يتوقف بعد رفع اليد عن ضاغط التشغيل.

ت- المحرك يبدأ في الدوران ثم لا يتوقف عند الضغط على ضاغط الإيقاف.

وضح سبب عطل المحرك في الحالات السابقة مع بيان كيف يتم اصلاحه ؟ علماً بأن مبين حالات المخارج لجهاز التحكم المبرمج مضئ كما أن الجهد على هذه المخارج موجود.

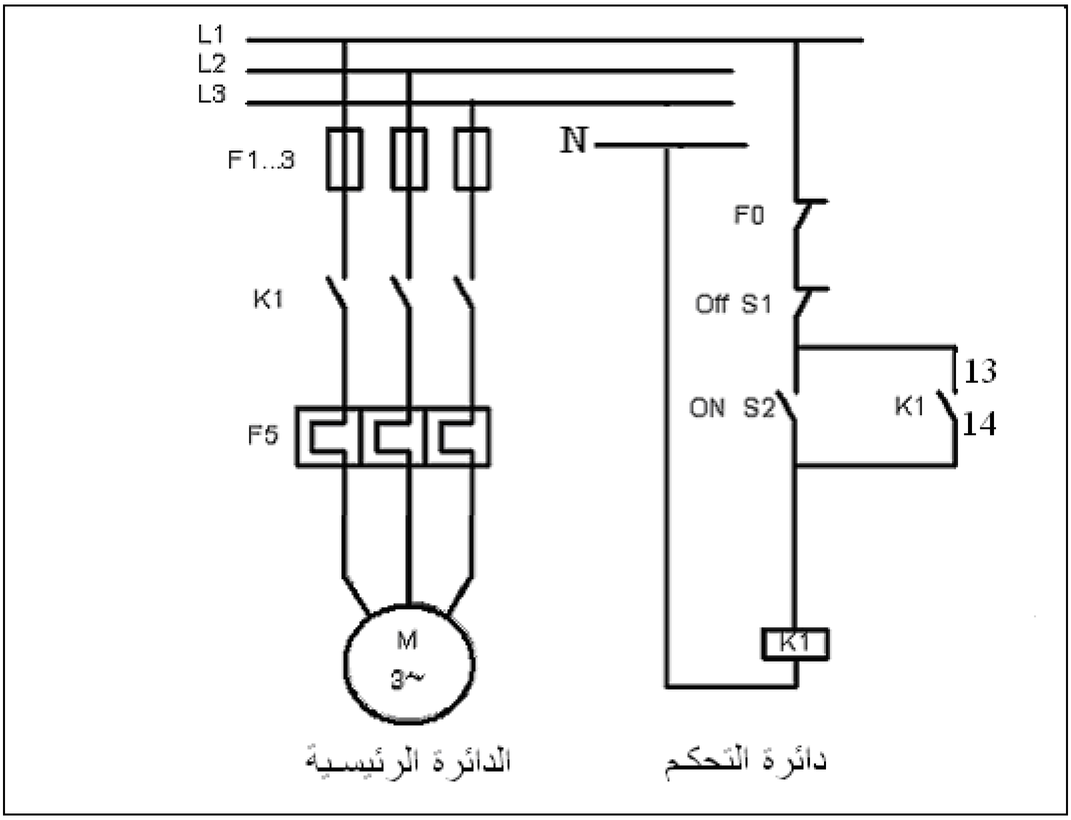
الحل

تستخدم المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه على نطاق واسع في الصناعة وتطبيقاتها مما يحتم أهمية معرفة كيفية تشغيل هذه المحركات وكيفية التعامل مع الأعطال التي تصيبها وكيفية إصلاحها.

كيفية التحكم في تشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه :

الشكل (7-1) يبين الدائرة الرئيسة ودائرة التحكم بالملامسات لتشغيل وإيقاف المحرك الحثي ثلاثي الأوجه، ومن هذه الدائرة يتضح أن تشغيل المحرك M يتم عن طريق الضغط على ضاغط التشغيل S2 حيث يتم إيصال التيار لملف المتمم (K1 (contactor مما يؤدي إلى غلق النقطة المفتوحة

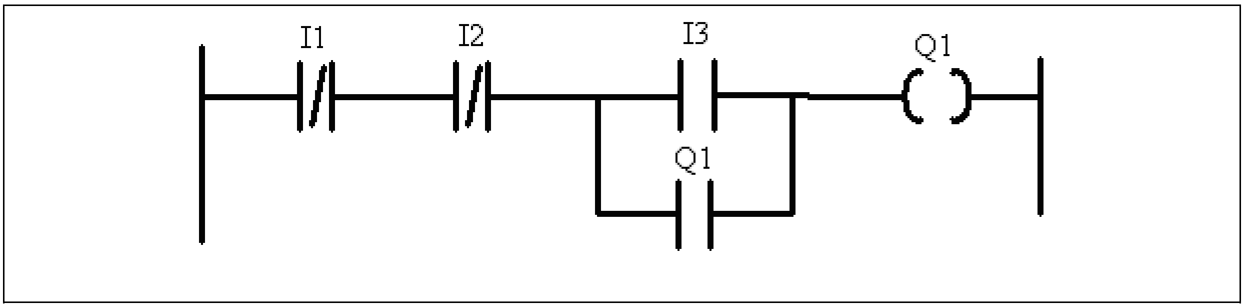
13-14 وذلك لضمان استمرارية مرور التيار عند رفع اليد عن ضاغط التشغيل وبالتالي يبدأ المحرك في الدوران ويستمر في الدوران إلى أن يتم إيقافه عن طريق الضغط على ضاغط الإيقاف S1 ،فيتم فتح النقطة المغلقة 13-14 وبالتالي إيقاف المحرك ،أي أن المتمم (K1 (contactor يقوم بفصل وتوصيل المحرك مع منبع الجهد الكهربي بمجرد الضغط على كل من S1,S2 كما يستخدم المتمم الحراري F لحماية المحرك ضد زيادة التيار .



شكل (7-1)
دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

بيان بالأعطال وكيفية إصلاحها:

نظراً لان مبين حالات المخارج مضئ والجهد على هذه المخارج موجود فإن العطل يكون في الوحدات الطرفية التي في هذه الحالة هي المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.وبمراجعة المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف المحرك الشكل (7-2) يمكن تلخيص الأعطال وأسبابها وكيفية الكشف عنها كما هو موضح في الجدول (7-1)



الشكل (7-2)

المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

م	العطل	سبب العطل	كيفية الكشف على العطل
١	المحرك لا يدور عند الضغط على ضاغط التشغيل	١- لا يوجد جهد في الدائرة الرئيسة. ٢- تلف المصهرات. ٣- تلف المتمم الحراري.	- يقاس الجهد بواسطة الفولتميتر. - فحص المصهرات بالأوميتر. - فحص المتمم الحراري بالأوميتر.
٢	المحرك يدور ثم يتوقف بعد رفع اليد عن ضاغط التشغيل	عدم غلق النقطة المفتوحة 13 و14 (تلف نقاط الإبقاء الذاتي).	يتم فحص النقطة المفتوحة 13 و 14 بالأوميترأو يتم عمل قصر على هذه النقطة.
٣	المحرك يبدأ في الدوران ثم لا يتوقف عند الضغط على ضاغط الايقاف	دائرة إيقاف المحرك لا تعمل.	- فحص دائرة إيقاف المحرك. - مراجعة الملامسات.

الجدول (7-1)

تلخيص لبعض الاعطال وأسبابها وكيفية الكشف عنها **لمحرك حثي ثلاثي الأوجه**

٧- ٣- ٢ التطبيق العملي الثاني:

خط انتاج يقوم بنقل الخامات من الموقع (أ) إلى الموقع (ب) باستخدام مجموعة من السيور المتحركة ويتم تشغيل هذا الخط بالضغط على طاغط التشغيل S2 عند ذلك يبدأ السير الأول في الدوران ثم

الثاني ثم الثالث، وقد تم تأمين مجموعة السيور من تكدس الخامات عليها عند حدوث أي عطل وذلك بإيقاف باقي السيور التالية له، فمثلاً عند حدوث تحميل زائد بالسير الأول يتوقف السير الثاني والثالث، أما أذا حدث حمل زائد بالسير الثاني فيتوقف السير الثالث .

اشرح الآلية الواجب اتباعها لتتبع عطل تسبب في توقف أحد السيور.

الحل

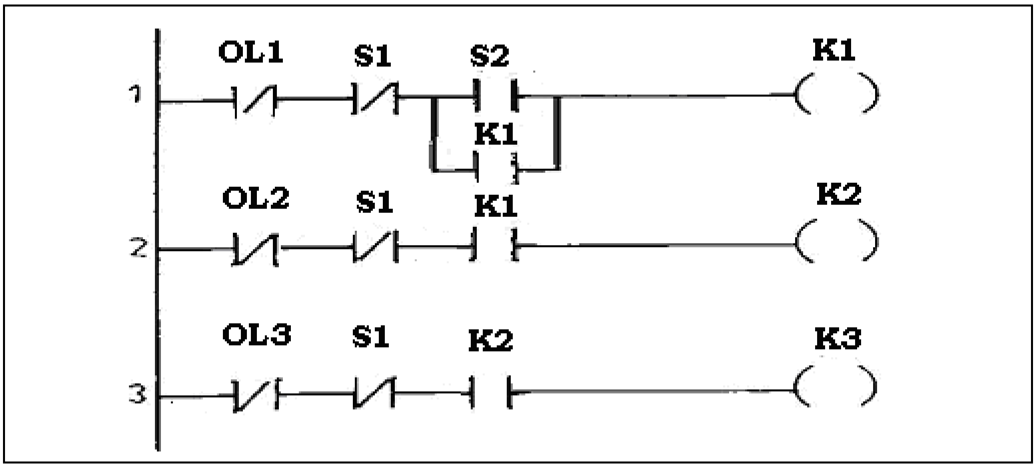
١- يتم تحديد رقم السير الذي أدى إلى توقف مجموعة من السيور المتحركة وليكن السير الأول.

٢- تتم مراجعة مخططات توصيل PLC والمخطط السلمي الشكل (3-7) لتحديد المداخل (OL1 ,S1 ,S2) ومخرج جهاز التحكم المبرمج Q1 المسئول عن تشغيل محرك السير الثاني.

٣- يتم فحص مبين حالة Q1 ويوجد احتمالان:

أولاً- مبين حالة Q1 مضئ:

يتم قياس الجهد عند المخرج Q1 ويوجد احتمالان:



الشكل (3-7)

١- وجود جهد عند المخرج Q1: في هذه الحالة يكون العطل إما في المتمم K1 أو الموصلات التي تصل K1 بالمخرج Q1 .

٢- عدم وجود جهد عند المخرج Q1: في هذه الحالة تكون المشكلة في وحدات المخارج الذي ينتمي إليه Q1 (إما أن يكون وحدات المخارج تالفة أو المصهر تالفاً) ويتم الإصلاح باستبدال المصهر أولاً فإذا استمر الوضع على ما هو عليه يتم استبدال وحدات المخارج بآخر مماثل.

ثانياً- مبين حالة Q1 غير مضئ:

يتم مراجعة المداخل المسؤولة عن عدم إضاءة Q1 وذلك بمراجعة المخطط السلمي والتأكد من حالة مبينات المداخل (OL1 ,S1 ,S2) فإذا كانت سليمة ففي هذه الحالة تكون المشكلة في وحدات المداخل و يتم استبدالها بأخرى مماثلة ثم الاختبار.

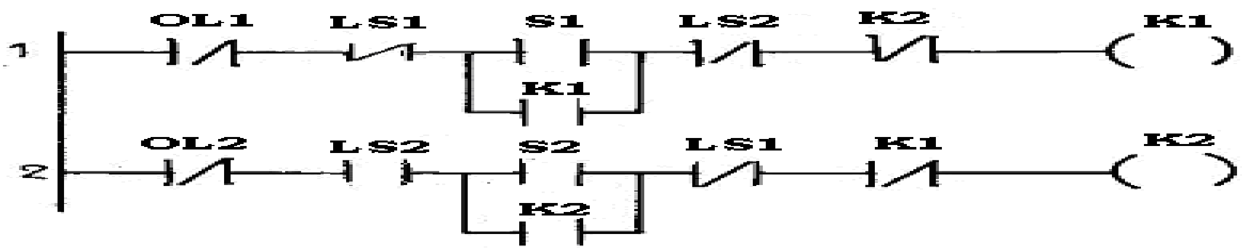
في حالة فشل جميع المحاولات السابقة يمكن استخدام نمط التأثير Force mode لتغيير حالة أحد المداخل أو المخارج ثم متابعة حالة النظام بعد استخدام نمط التأثير للتأكد من عمل النظام بصورة طبيعية ويكرر ذلك حتى يتم حل المشكلة إلا أنه من الجدير بالذكر أن الفني الذي يستخدم نمط التأثير يجب أن يكون كفأً حتى لا يتلف النظام.

٧- ٣- ٣ التطبيق العملي الثالث:

باب مستودع يتم فتحه و غلقه باستخدام جهاز التحكم المبرمج ويمكن شرح نظرية تشغيله باستخدام المخطط السلمي الشكل (4-7).

فعندما يكون باب المستودع مغلقاً فإن مفتاح نهاية الغلق LS1 يكون مغلقاً وكذلك مفتاح نهاية الفتح LS2 مغلق وعند الضغط على ضاغط التشغيل S1 يدور محرك الباب في اتجاه عقرب الساعة فاتحاً الباب وعند وصوله لنهاية المشوار يتم فتح مفتاح نهاية مشوار الفتح LS2 فينقطع التيار عن المحرك ويتوقف الباب ويحدث الشيء نفسه عند غلق الباب كما هو موضح في الخط الثاني للمخطط السلمي.

اشرح الآلية الواجب اتباعها لتتبع عطل تسبب في توقف حركة باب المستودع.



الشكل (4-7)

الحل

١- مراجعة مخططات توصيل PLC والمخطط السلمي الشكل (4-7) لتحديد المداخل (OL1, LS1, LS2 ,S1 ,S2) ومخرج جهاز التحكم المبرمج Q1 المسؤول عن تشغيل المحرك.

٢- فحص مبين حالة Q1 .

٣- قياس الجهد عند المخرج Q1.

٤- تحديد سبب العطل حسب حالة مبين المخرج Q1.

٥- تحديد احتمالات مكان العطل.

ويمكن تلخيص حالات مبين المخرج Q1 وسبب العطل واحتمالات مكان العطل في الجدول (2-7) وبالتالي يسهل إصلاح هذا العطل.

م	مبين حالة المخرج Q1	سبب العطل	احتمالات مكان العطل
١	مضاء والجهد موجود عند المخرج Q1	العطل يكون في الوحدات الطرفية .	احتمال أن يكون العطل في: المتمم K1 أو الموصلات التي تصل K1 بالمخرج Q1 أو المحرك.
٢	مضاء والجهد غير موجود عند المخرج Q1	تكون المشكلة في وحدات المخارج التي ينتمي إليها Q1.	احتمال أن تكون إحدى وحدات المخارج تالفة أو المصهر تالفاً
٣	غير مضاء.	وحدات المداخل هي المسؤولة عن عدم إضاءة Q1.	احتمال أن تكون إحدى وحدات المداخل تالفة.

الجدول (2-7)

تلخيص حالات مبين المخرج Q1 وسبب العطل واحتمالات مكان العطل

المراجع

- Programmable Logic Controllers, J. W. Wabb and R. A. Reis, 1994
- Programmable Logic Controllers, C.Simpson, 1993
- Programmable Logic Controllers and their Engineering Applicatios, A. Crispin, 1990
- The PLC workbook, Clement Jewery, 1993
- أجهزة تحكم قابلة للبرمجة للمهندس عبده شحادة هلالة – سلسلة الرضا للمعلومات - ١٩٩٩م.
- دوائر التحكم في الآلات الكهربائية والأنظمة الأتوماتيكية للمهندس أحمد عبد العال- سلسلة التحكم العملية ١ – يناير١٩٩٩م.

المحتويات

تمهيد
الوحدة الأولى : نظم الأعداد ٢

النظام العشريDecimal System ٢
النظام الثنائيBinary System
٢
النظام السداسي عشرHexadecimal System : ٤
أسئلة وتمارين ٨

الوحدة الثانية : الدوائر المنطقية Logic Circuits ١٠

٢- ١ البوابات الأساسية ١١
٢- ١- ١البوابة المنطقية (و) AND GATE
١١
٢- ١- ٢البوابة المنطقية " أو " OR GATE ١٣
٢- ١- ٣ بوابة النفي أو البوابة المعاكسة NOT GATE
١٥
٢- ٢ البوابات المنطقية الأخرى ١٦
٢- ٢- ١البوابة المنطقية نفي الوصل " نفي و " NAND GATE ١٦
٢- ٢- ٢ البوابة المنطقية (نفي أو) NOR GATE : ١٧
٢- ٢- ٣ بوابة نفي النفي (الإثبات):NOT NOT GATE, BUFFER GATE
١٨
٢- ٣- ٤بوابة عدم التطابق (EXCLUSIVE OR GATE (XOR
١٩
٢- ٢- ٥بوابة التطابق (EXCLUSIVE NOR GATE (X NOR
٢٠
٢- ٣ تجميع البوابات المنطقية ٢١
أسئلة وتمارين ٢٦

الوحدة الثالثة : مكونات الحاكم المنطقي المبرمج وأساسيات تشغيله ٢٩

٣- ١ ما الحاكم المنطقي المبرمج "PLC" ؟ ٢٩
٣- ٢ أهمية استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة ٢٩
٣- ٣ مكونات الحاكم المنطقي المبرمج ٣١
٣- ٣- ١مصدر التغذية Power Supply
٣٢

٣- ٣- ٢وحدة الإدخال / الإخراج Input/output Module
٣٢

٣- ٣- ٣وحدة التحكم المركزية (Central Processing Unit (CPU
٣٢

أنواع الذاكرة : ٣٣

٣- ٣- ٤ جهاز البرمجةProgramming Unit
٣٣

٣- ٤ دوائر التحكم التقليدية
٣٣

٣- ٤- ١دائرة تشغيل مرحل (دائرة الإمساك) LATCH CIRCUIT
٣٤

أسئلة وتمارين ٣٦

الوحدة الرابعة : برمجة الحاكم المنطقي المبرمج PLC Programming ٣٩

١ – الدراسة المبدئية : ٣٩
٢ - تجهيز قائمة الإجراءات ٣٩
٣ - البرمجـــة ٣٩
٤-١ البرمجة بطريقة المخطط السلمي (LADDER (LAD ٣٩
٤- ٢ البرمجة بطريقة الخريطة الدالية (CONTROL SYSTEM FLOW CHART (CSF ٤٣
٤- ٣ البرمجة بطريقة قائمة الإجراءات(STATEMENT LIST METHOD (STL ٤٩
تمارين ٥٢

الوحدة الخامسة : الدوال الأساسية ٥٥

٥- **١ دالة** التخزين (FLAGS (F أو MARKER (M) ٥٥
٥- **٢ دالة الإبقاء والإلغاء** (القلاب SET/RESET) ٦١
٥- **٣ المزمنات** TIMERS ٦٣
٥- ٣- ١المزمن النبضي **Pulse Timer**
٦٤
٥- ٣- ٢المزمن النبضي الممتد **Extended Pulse Timer** ٦٥
٥- ٣- ٣مزمن التشغيل المتأخر **Delay On Timer**
٦٦
٥- ٣- ٤مزمن التشغيل المخزن المتأخر **Latched On Delay** ٦٦
٥- ٣- ٥مزمن الإلغاء المتأخر **DELAY OFF** ٦٧
٥- **٤ العــدادات** COUNTERS ٦٨
٥- ٤- ١استخدام العداد كعداد تنازلي **CD**
٦٩
٥- ٤- ٢استخدام العداد كعداد تصاعدي **CU**
٧٠

٥- ٥ **المقارنات** :Comparators ٧١
٥- ٦ **وظيفة القفز :** THE JUMP RUNCTION ٧٢
٥- ٦- ١عمليات القفز غير المشروطة **JS** ٧٢
٥- ٦- ٢عمليات القفز المشروطة **JC** ٧٢
٥- ٦- ٣عمليات القفز للبرامج الفرعية (القفز مع العودة) ٧٣
أسئلة وتمارين ٧٤

الوحدة السادسة : تطبيقات عملية ٧٥

٦- ١ التحكم في تشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٧٥
٦- ٢ تشغيل وإيقاف المحرك من مكانين مختلفين ٧٧
٦- ٢ عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه ٨٠
٦- ٢- ١عكس حركة المحرك بتوقف ٨٠
٦- ٢- ٢عكس حركة المحرك بدون توقف ٨٣
٦- ٣ تشغيل محرك ثلاثي الأوجه ذي حلقات الانزلاق باستخدام ملفات البدء ٨٧
٦- ٤ تشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا : ٩١

الوحدة السابعة : فحص دوائر التشغيل والتحكم وتحديد الأعطال وإصلاحها ٩٥

٧- ١ صيانة الأنظمة العاملة في أجهزة الحاكم المنطقي المبرمج ٩٥
٧- ٢ إجراءات السلامة أثناء تتبع الأعطال ٩٦
٧- ٢- ١إجراءات تتبع الأعطال بصفة عامة ٩٦
٧- ٢- ٢ إجراءات تتبع الأعطال الخاصة بجهاز التحكم المبرمج PLC وإصلاحها ٩٨
- ٢- ٣ أنواع المشاكل التي تتعرض لها أجهزة التحكم المبرمج: ١٠٠
٧- ٣ تطبيقات عملية لاكتشاف الأخطاء وإصلاحها ١٠١
٧- ٣- ١التطبيق العملي الأول ١٠١
٧- ٣- ٢ التطبيق العملي الثاني ١٠٣
٧- ٣- ٣ التطبيق العملي الثالث ١٠٤

المراجع. ١٠٦